

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ PENZIONU

HEATING OF THE PENSION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

KAROLÍNA GRIGAROVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Karolína Grigarová

Název Vytápění penzionu

Vedoucí bakalářské práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

**Datum zadání
bakalářské práce** 30. 11. 2014

**Datum odevzdání
bakalářské práce** 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla,
- výpočet tepelného výkonu,
- stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy v podle vyhlášky č.78/2013 Sb. ,
- návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nespecifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce zpracovává systém vytápění pro penzion. Teoretická část je zpracována na téma zplyňovací kotle. Výpočtová část obsahuje výpočet tepelných ztrát, návrh teplosměnných ploch, dimenzování potrubí a návrh zdroje tepla pro vytápění a přípravu teplé vody. Jako zdroj tepla je použit zplyňovací kotel na dřevo. Teplá voda je ohřívána otopnou vodou z akumulčních nádrží. Projekt obsahuje technickou zprávu a výkresovou dokumentaci.

ABSTRACT

This bachelor's thesis handles heating system for a pension. The theoretical part is based on the theme of gasification boilers. Calculation part includes the calculation of heat losses, the design of heat transfer surfaces, dimensioning of pipes and design of the heat source for heating and warm water. As a heat source is applied gasification boiler on wood. Warm water is heated by heating water from accumulation tank. The project includes a technical report and drawings.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, biomasa, zplyňovací kotel, chladicí smyčka, penzion, otopné těleso, potrubí, akumulční nádrž, příprava teplé vody

KEY WORDS

Heating, biomass, gasification boilers, cooling loop, pension, heating body, pipeline, accumulation tank, warm water preparation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Karolína Grigarová *Vytápění penzionu*. Brno, 2015. 128 s., 7 s. příl. Bakalářská práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov.
Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28.5.2015

.....

podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat paní Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za odborné vedení při zpracování této práce, laskavý přístup a velkou trpělivost při konzultacích.

Děkuji své rodině a blízkým, kteří mě podporovali a pomáhali mi.

Karolína Grigarová

OBSAH

ÚVOD.....	1
A – TEORETICKÁ ČÁST	2
A.1 ÚVOD DO TÉMATU	3
A.2 PALIVA PRO SPALOVÁNÍ.....	3
A.2.1 Rozdělení paliv	3
A.2.2 Fosilní tuhá paliva.....	4
A.2.3 Biomasa	4
A.3 KOTLE NA BIOMASU	5
A.3.1 Kotle na dřevo	5
A.3.2 Kotle na pelety	5
A.3.3 Kotle na slámu.....	6
A.4 SPALOVÁNÍ PALIV	7
A.4.1 Fáze spalování	7
A.4.2 Technická koncepce spalování	7
A.4.3 Ostatní typy spalování.....	7
A.5 ZPLYŇOVÁNÍ PALIV.....	8
A.5.1 Fáze (oblasti) zplyňování	8
A.5.2 Technická koncepce zplyňování	8
A.6 ZPLYŇOVACÍ KOTLE NA DŘEVO	9
A.6.1 Konstrukční řešení kotlů.....	9
A.6.2 Požadavky na kotle.....	10
A.7 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY KOTLŮ NA TUHÁ PALIVA.....	14
A.7.1 Potřeba požadavků.....	14
A.7.2 Ekologie spalování.....	15
A.7.3 Emise	15
A.7.4 Účinnost	16
A.7.5 Povinnosti výrobce	17
A.7.6 Povinnosti provozovatele.....	18

B – VÝPOČTOVÁ ČÁST	19
B.1 ANALÝZA OBJEKTU	20
B.2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU	21
B.2.1 Stanovení průměrného součinitele prostupu tepla	21
B.2.1.1 Výpočet součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí	21
B.2.1.2 Stanovení průměrného součinitele prostupu tepla	22
B.2.2 Výpočet tepelné ztráty	37
B.2.2.1 Tepelná ztráta prostupem	37
B.2.2.2 Tepelná ztráta větráním	57
B.2.2.3 Rekapitulace	60
B.3 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES	61
B.3.1 Typ otopné plochy	61
B.3.2 Velikost otopné plochy	62
B.3.3 Rekapitulace navržených těles	66
B.4 POTŘEBA TEPLÉ VODY	67
B.4.1 Vstupní údaje	67
B.4.2 Potřeba teplé vody	67
B.4.3 Návrh zásobníku teplé vody	69
B.5 NÁVRH ZDROJE TEPLA	71
B.6 DIMENZOVÁNÍ A HYDRALUICKÉ POSOUZENÍ A ULOŽENÍ PORTUBÍ	72
B.6.1 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí	72
B.6.2 Technická izolace	80
B.6.3 Kompenzace délkových změn	81
B.7 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ	83
B.7.1 Návrh uzavřené expanzní nádoby	83
B.7.2 Návrh pojistného ventilu	85
B.8 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL A OSTATNÍCH ZAŘÍZENÍ	86
B.8.1 Zařízení na straně okruhu vytápění	86
B.8.1.1 TRV1 – Trojcestný směšovací ventil	86
B.8.1.2 OČ1 – Oběhové čerpadlo	87
B.8.2 Zařízení na straně kotlového okruhu	88

B.8.2.1	TRV2 – Trojcestný směšovací ventil	89
B.8.2.2	OČ2 – Oběhové čerpadlo.....	90
B.8.3	Zařízení na straně přípravy teplé vody.....	91
B.8.3.1	VŽV – Vyvažovací ventil	91
B.8.3.2	OČ3 – Oběhové čerpadlo.....	91
B.9	POTŘEBA TEPLA A PALIVA	92
B.9.1	Potřeba tepla.....	92
B.9.1.1	Potřeba tepla pro vytápění.....	92
B.9.1.2	Potřeba tepla pro přípravu teplé vody	93
B.9.2	Potřeba paliva	94
B.9.2.1	Výhřevnost dřeva.....	94
B.9.2.2	Potřeba paliva.....	95
B.10	VĚTRÁNÍ KOTELNY A TEPLENÁ BILANCE.....	95
B.10.1	Větrání kotelny	95
B.10.1.1	Množství spalovacího vzduchu	95
B.10.1.2	Větrání kotelny	97
B.10.2	Tepelná bilance kotelny	98
B.10.2.1	Tepelná bilance kotelny v zimě	98
B.10.2.2	Tepelná bilance kotelny v létě.....	99
C	-PROJEKT	101
C.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	102
C.1.1	Úvod	102
C.1.2	Tepelné ztráty a potřeby tepla.....	103
C.1.2.1	Klimatické poměry	103
C.1.2.2	Tepelně technické parametry konstrukcí.....	103
C.1.3	Zdroj tepla	104
C.1.3.1	Zdroj tepla pro vytápění a přípravu teplé vody....	104
C.1.3.2	Zabezpečovací zařízení	105
C.1.4	Otopná soustava	105
C.1.4.1	Oběhová čerpadla.....	105
C.1.4.2	Otopná tělesa	105
C.1.4.3	Potrubí	105
C.1.4.4	Regulace a měření	106

C.1.4.5	Plnění a vypouštění soustavy	106
C.1.4.6	Izolace potrubí	106
C.1.5	Požadavky na ostatní profese	106
C.1.5.1	Stavební práce	106
C.1.5.2	Zdravotechnika	107
C.1.5.3	Elektroinstalace	107
C.1.6	Montáž a uvedení do provozu	107
C.1.6.1	Zdroj	107
C.1.6.2	Otopná soustava	107
C.1.6.3	Zkoušky	107
C.1.6.4	Obsluha a regulace	108
C.1.7	Ochrana zdraví a životního prostředí	108
C.1.8	Bezpečnost a požární ochrana	108
C.1.8.1	Požární ochrana	108
C.1.8.2	Bezpečnost při realizaci	108
C.1.8.3	Bezpečnost při provozu a užívání zařízení	109
C.1.9	Závěr	109
ZÁVĚR		110
SEZNAM POŽITÝCH ZDROJŮ		111
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK		114
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SMYBOLŮ		115
SEZNAM PŘÍLOH		117

ÚVOD

Základním úkolem vytápění je vytvoření tepelné a vlhkostní pohody člověka uvnitř budovy. V dnešní době, kdy ceny energií stále stoupají, je velice důležitá finanční otázka pro splnění tohoto úkolu. Je důležitá správná volba materiálů, které vedou k minimalizaci tepelných ztrát budov. Dále korektní výběr rozvodů otopné soustavy a otopných ploch a přesevším vhodná volba zdroje energie. Při tomto řešení nesmíme opomenout ochranu životního prostředí a snažit se využít i alternativní a obnovitelné zdroje energie. K tomu nás vedou i nové zákony, vyhlášky a normy. O nutnosti chránit lesy a zvěř se zmiňuje již zemský zákoník za období vlády Karla IV. Je tedy logické, že od doby 14.století, do dnešního světa pokroku technologií a vědy, je možností využití zdrojů, které životní prostředí neničí mnoho a stále se vyvíjí.

Předmětem teoretické části práce jsou kotle na tuhá paliva, se zaměřením na zplyňovací kotel, které se při výčtu alternativních a obnovitelných zdrojů řadí mezi první, nejjednodušší a snadno přístupné zdroje. V návaznosti na emisní třídy těchto kotlů bude zmíněna i legislativa o ochraně životního prostředí a čistotě ovzduší.

Výpočtovou částí je řešení projekt rekonstrukce sýpky na penzion s restaurací bez přípravy jídla. Jedná se o historickou budovu se třemi nadzemními podlažími.

A
TEORETICKÁ ČÁST

A.1 Úvod do tématu

Energii lze využít jako primární (v přírodní formě) nebo sekundární (po procesu přeměny). Jako primární, například přímým ohřevem slunečním zářením, se energie využívá velmi málo, proto ji měníme na formu druhotnou. Způsobů energetických přeměn je mnoho, jedná se například o [1]:

- Přeměnu tepelná energie na mechanickou (tepelné oběhy)
- Přeměnu chemická energie na teplo (spalování paliv)
- Přeměnu chemická energie na elektrickou
- Jaderná energie
- Přímá přeměna slunečního záření na tepelnou nebo elektrickou energii
- Přeměna potenciální a kinetické energie

Získávání tepla ze spalování paliv, je využíváno už přes milion a půl let, kdy se člověku dostal do ruky oheň. Proces spalování prošel od dob pravěkých lidí vývojem. Snažíme se o zefektivnění tepla, které při spalování vzniká, o minimalizaci poškození životního prostředí a nákladů na pořizování paliv.

A.2 Paliva pro spalování

A.2.1 Rozdělení paliv

Druhy paliva

- Podle skupenství
 - Plynná paliva – zemní plyn, vodík
 - Kapalná paliva – benzín, nafta
 - Tuhá paliva – fosilní paliva, biomasa, umělé, alternativní
 - Elektrokotle

Druhy tuhých paliv

- Fosilní – rašelina, lignit, hnědé uhlí, černé uhlí
- Biomasa – palivové dřevo, kůra, piliny, sláma, obilí, konopí,
 - Umělé – koks, brikety a pelety
 - Alternativní – tříděné průmyslové a komunální odpady



Obr.č.1 Tuhá paliva (zleva černé uhlí [3], kusové dřevo [4], brikety [5], tříděný odpad [6])

A.2.2 Fosilní tuhá paliva

Fosilní palivo, je nerostná surovina, která vznikla v prehistorických dobách. Jedná se o zbytky rozpadlých rostlin bez přístupu vzduchu. Tyto suroviny obsahují velké množství vodíku a uhlíku, ty nejsou vázané na jiné prvky, čímž je dána velká výhřevnost tohoto druhu paliva. Tato skutečnost měla za následek značné využívání fosilních paliv v období průmyslové revoluce, kdy nestačila výhřevnost dřeva. V dnešní době je využívání paliv na ústupu, zejména z důvodů ekologických, ale stále je to velice levný a dostupný zdroj. [2],[20]

Tuhá fosilní paliva [2]

- Uhlí – získává se dolováním z povrchových nebo hlubinných dolů a je užíváno především v tepelných elektrárnách
- mezi typy uhlí patří hnědé a černé uhlí, lignit a antracit
- Koks - jedná se o uhlíkatý zbytek z černého uhlí
- používá se jako palivo a jako redukční činidlo ve vysokých pecích

A.2.3 Biomasa

Biomasa je organická hmota, jsou to těla všech organismů (rostlin, bakterií, živočichů atd.). Protože má biomasa původ ve fotosyntéze a slunečním záření, jedná se o obnovitelný zdroj energie. [2]

Tuhá biomasa

- kusové dřevo a dřevní odpady (štěpky, piliny, kůra aj.)
- nedřevní fytomasa (sláma, obilí, řepka aj.)
- průmyslové a komunální odpady rostlinného původu (papírny)
- kejda a chlévská mrva pro výrobu bioplynu
- tříděné komunální odpady

Pokud se jedná o biomasu pouze rostlinného původu, hovoříme o fytomase. Fytomasa se často účelově pěstuje jako energetická plodina.

Energetické plodiny

- Dřeviny (topoly, olše, vrby aj.), celé rostliny obilovin, trávy a ostatní rostliny
- Řepka a slunečnice
- Brambory, cukrová řepa, kukuřice atd.

Biomasa se dá využívat přímo v původním stavu, tzn. například dřevo, slámu, nebo se tyto druhy přetvářejí do účinnějších podob, tzn. pelety, brikety atd.

Umělá biomasa

Pelety

Jedná se o vylisek válcovitého tvaru do průměru max.25 mm.

- dřevní -vytvořené o vylisek ze dřeva a dřevního odpadu
-podle výhřevnosti se dělí na rostlinné, katrové a prémiové
- alternativní -agropelety a biopelety, které se vyrábějí z komunálních a tříděných odpadů

A.3 Kotle na biomasu

A.3.2 Kotle na dřevo

- prohořivací kotel – jde o klasický proces spalování s přirozeným tahem komína
- zplyňovací kotel - jde o zplyňovací proces, který je regulován přítomností vzduchu
- kotle obsahují ventilátor na přívodu nebo výstupu vzduchu

A.3.3 Kotle na pelety

Pelety se mohou skladovat

- v pytlích
- v zásobnících
- v textilních vacích
- volně sypané ve skladech

Rozdělení kotlů podle způsobu dopravy:

- s ručním přikládáním do zásobníku
- automatické přikládání - šnekové dopravníky
- pneumatické dopravníky

Rozdělení kotlů podle druhu hořáku [1]

- s gravitačním hořákem
- se šnekovým hořákem
- s posuvným hořákem
- s retorovým hořákem
- s keramickým hořákem
- s trubicovým hořákem



Obr.č.2 Kotel na pelety se zásobníkem [21]

A.3.4 Kotle na slámu

Tyto kotle nejsou určeny jako zdroje pro rodinné domy, ale pro větší objekty. Používá se sláma obilná nebo řepková, přičemž řepková má větší výhřevnost. Balíky slámy se spalují celistvě (nerozdružené) nebo se musí před pálením rozdružit. Některé kotle umožňují kombinovat slámu s tzv. stabilizačním palivem, tím jsou například pelety, štěpky, dřevo atd.



Obr.č.3 Kotel na slámu [22]

A.4 Spalování paliv

Jedná se o chemický proces rychlé oxidace (okysličení), při kterém dochází k termické přeměně paliva na tepelnou energii. Proces je podmíněn dostatečným přístupem kyslíku. Tepelná energie je pak využívána pro výrobu elektrické energie nebo k vytápění a ohřevu teplé vody. [2]

A.4.1 Fáze spalování

- Sušení – zahřívání paliva, odstranění vlhkosti z paliva
- Pyrolýza – rozklad organického materiálu na hořlavé plyny, destilační produkty a zuhelnatěný zbytek, pokud je zajištěn dostatečný přístup kyslíku
- Spalování plynné složky – postupné hoření plynné složky, zvyšuje se teplota plyných spalin a prodlužuje se plamen
- Spalování pevných složek – při dostatečném přístupu kyslíku dohořívají pevné látky a vzniká oxid uhelnatý, který se dále mění na oxid uhličitý

A.4.2 Technická koncepce spalování

Protože se je spalování nejpoužívanější způsob získávání energie, je snaha tento proces co nejvíce zdokonalit. Nejvíce úsilí se vkládá do zefektivnění konstrukce ohnišť, takže se vývojem mění koncepce klasického spalování na roštu.

- na roštu – například prohořívací kotle na dřevo nebo slámu
- v hořácích - například kotle na pelety (retortový hořák, šnekový dopravník)
- ve fluidní vrstvě – podle tlaku atmosférické nebo přetlakové, podle vrstvy se stacionární fluidní vrstvou nebo s cirkulující fluidní vrstvou

A.4.3 Ostatní typy spalování

Dalším typem spalování je složitější termochemická reakce, při které dochází ke vzniku vyšších teplot při malém přístupu kyslíku. Podle výšky teploty a času, kdy biomasa zůstává v reakční zóně, rozlišujeme proces zplyňování a rychlá pyrolýza. [2]

Rychlá pyrolýza

Teploty se v reakční zóně pohybují od 450 °C do 550°C a setrvávají tam velmi krátce, maximálně 2 sekundy. Produkty, které vznikají (páry a aerosoly), se musí rychle ochladit. Tím vzniká požadovaný podíl kapaliny.

Zplyňování

Výroba spalitelného vzduchu bez přístupu vzduchu nebo jen za omezeného přístupu. Teploty při zplyňování biomasy 800 až 900°C. Přínosem zplyňování je zejména zvýšení účinnosti využívání energie biomasy.

A.5 Proces zplyňování

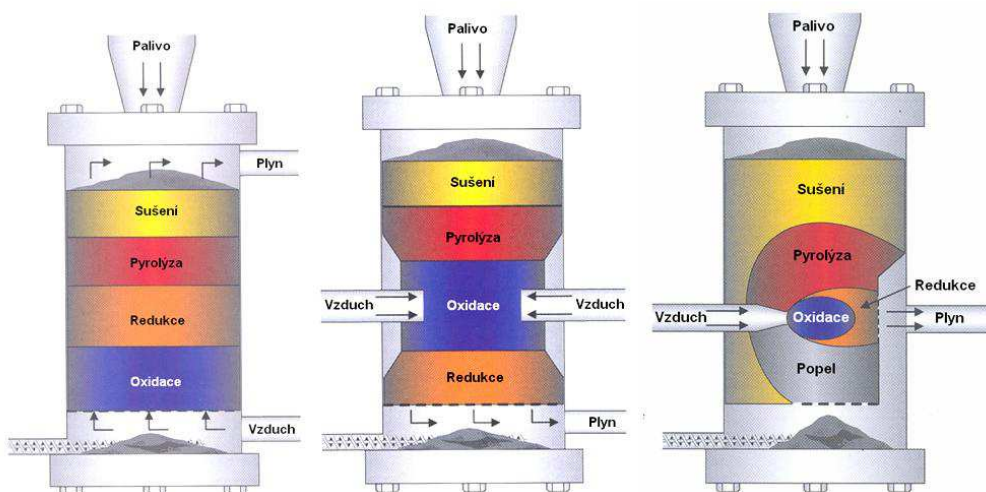
A.5.1 Fáze (oblasti) zplyňování [1]

- Oblast teplot do 200 °C – fáze sušení - zahřátí a vysušení paliva, tvorba vodní páry fyzikálním odštěpením vody.
- Oblast teplot 200 až 500 °C – fáze suché destilace – odštěpení bočních řetězců z vysokomolekulárních organických látek a přeměna makromolekulárních struktur na plynné a kapalně organické produkty a pevný uhlík
- Oblast 500 až 1200°C – fáze tvorby plynu - plyny vzniklé suchou destilací jsou dále štěpeny a přeměňovány. Z pevného uhlíku i z kapalných organických látek vznikají stabilní plyny jako je vodík H_2 , oxid uhelnatý CO, Oxid uhličitý CO_2 a metan CH_4 .

A.5.2 Technická koncepce zplyňování

Tak jako spalování, se dá i zplyňovat v různých typech lože. Rozdělení spočívá v kontaktu média a paliva. Jako médium je používán vzduch, pára nebo vzduch obohacený kyslíkem

- s pevným roštem – obecně lze říci, že zplyňování probíhá v komoře s nižší teplotou za přítomnosti vzdušného kyslíku **při atmosférickém tlaku**. Základní rozdělení spočívá ve směru proudění zplyňovacího média a tuhých částí paliva.



Obr.č.4 Proudění zplyňování (zleva: protiproudé, souproudé, s křížovým tokem) [7]

- Ve fluidním generátoru – obecně platí, že zde zplyňování probíhá za vyšších teplot a při atmosférickém tlaku nebo v tlakovém generátoru při tlaku až 2,5 MPa. Tlakové zplyňování se dnes uvažuje až při plánování tepláren s výkonem větších než 60 MW.

Tyto generátory rozdělujeme podle systému uspořádání na cirkulující lože a bublinkové lože.

- Unášivé lože – používá se pro zplyňování rozemletého paliva, které je rozmícháno v proudu zplyňovacího média a popel je zde ve formě tekuté strusky. Zplyňování probíhá při tlaku 35 bar za přístupu kyslíku [8]

V technické praxi pro vytápění se kotle s pevným roštem a fluidním ložem využívají nejvíce.

Jednotlivé skupiny se mohou dále dělit do dalších podskupin podle různých faktorů, například:

- podle konstrukce kotlů
- podle teploty zplyňovacího generátoru
- podle plynu, který v generátoru vzniká – jeho výhřevnost, čistota a složení
- podle výkonu použitého generátoru

A.6 Zplyňovací kotle na dřevo

A.6.1 Konstrukční řešení kotlů

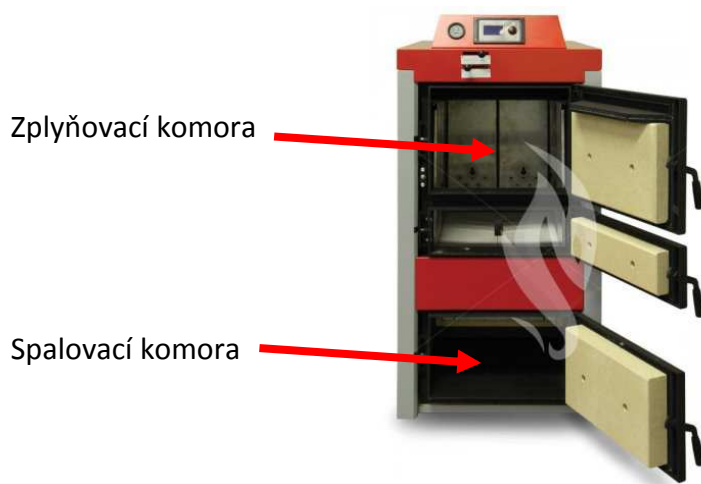
Kotle pro zplyňování biomasy jsou konstruovány na principu přetlaku, kdy je instalován ventilátor na přívodu vzduchu, nebo na principu podtlaku, kdy je ventilátor naopak na výstupním hrdle, tzv. odtahový ventilátor (obr.č.3)



obr.č.5 Odtahový ventilátor [10]

V návaznosti na oblasti při zplyňování mají kotle čtyři výchozí konstrukční části.

- Zplyňovací komora (pyrolýza a odplynění) – přístup primárního spalovacího vzduchu
- Prostor pro míšení plynu s přívaděcím vzduchem – přístup sekundárního vzduchu
- Dohořivací komora - prostor umožňující téměř dokonalé spalování s minimálním vznikem škodlivých látek
- Teplosměnné plochy [8]



obr.č.6. Komory zplyňovacího kotle [11]

A.6.2 Požadavky na kotle

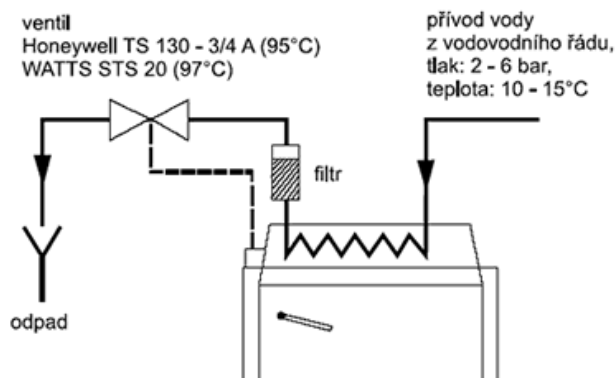
OCHRANA PROTI PŘEHŘÁTÍ KOTLE

Provoz každého kotle na tuhá paliva je omezen regulací výkonu. Spalované dřevo nelze vypnout a kotel má tak svou setrvačnost. Při výpadku elektrické energie přestane fungovat oběhové čerpadlo, což má za následek přetopení akumulátoru tepla.

Možná řešení ochrany kotle proti přetopení [10]

- Chladicí smyčka

Kotle vyrobené od roku 2003 jsou povinně vybaveny chladicí smyčkou. Funkcí smyčky je ochlazení otopné vody. Stoupne-li teplota vody v kotli nad stanovenou teplotu (95°C), ventil v zadní části kotle vpustí vodu z vodovodního řádu do chladicí smyčky, která převezme přebytečnou energii a je vpuštěna do odpadu. Pokud je na vstupu vody do chladicí smyčky zpětná klapka (proti zpětnému proudění vody vlivem poklesu tlaku ve vodovodním řádu), musíme smyčku vybavit pojišťovacím ventilem (6-10 bar) nebo expanzní nádobou (minimální objem 4l). Chladicí smyčka je za běžných okolností nepoužívaná a během času se v ní usazují nečistoty, proto je nutné osadit filtr pro čištění



obr.č.7 Chladicí smyčka [10]

Pokud se využívá vlastní studny, ne vodovodní řád, doporučuje se využít ostatních následujících variant

- Záložní zdroj elektrické energie (například baterie) na čerpadlo (1 hodina) nebo záložní zdroj s rozvaděčem (3 hodiny)

Záložní zdroj se instaluje se v případech:

- nelze spolehlivě využít připojení chladicí smyčky
- objekt je napájen na vlastní vodárnu (chladicí smyčka nemá význam, při výpadku el. energie, neteče voda)
- Minimálně jedna větev v systému je zapojena na samovolnou cirkulaci vody s několika tělesy => v otevřených soustavách není opatření proti přetopení nutná (absence čerpadla)
- Kotel je napojen s dochlazovací nádrží a inverzním zónovým ventilem, který se bez přívodu elektrické energie otevře

NUTNÝ PŘÍVOD VZDUCHU PRO SPALOVÁNÍ

SAMOSTATNÝ KOMÍNOVÝ PRŮDUCH

Je nutné zajistit optimální tah komínového průduchu. Malý tah komína zkracuje se životnost kotle, ten více dehtuje, zanáší se a zatahuje kouř do prostoru přikládání. Oproti tomu velký tah komína zvětšuje spotřebu paliva a je vyšší komínová ztráta, tím pádem nižší účinnost kotle, horší spalování, kotel nemusí dosáhnout požadovaného výkonu.

Možná řešení

- umístění škrtící klapky do kouřovodu mezi kotel a komín => omezovač tahu

U kotlů je nezbytné čištění příkladacího prostoru a zadní sběrný kanál od popela a prachu. Je nezbytné komín dobře utěsnit a zaizolovat, aby nedocházelo ke snižování výkonu kotle a ke kondenzaci vodní páry a dehtů v komíně.

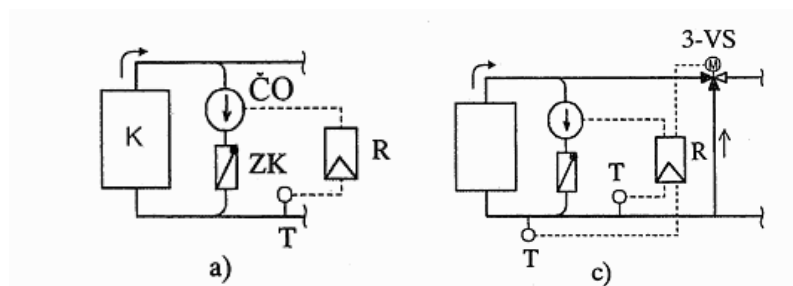
OBĚHOVÉ ČERPADLO

Oběhové čerpadlo je u soustav s kotli na tuhá paliva vždy na vratné vodě.

OPATŘENÍ PROTI NÍZKOTEPLTNÍ KOROZI

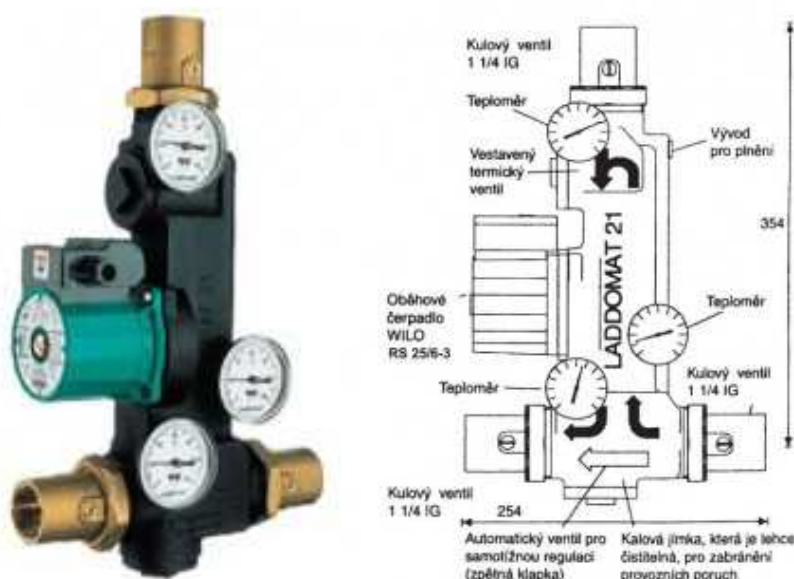
Běžně se jedná o suchý komín a v kombinaci s nízkou teplotou vratné vody z okruhů odběru hrozí nízkoteplotní koroze. Jedná se o stav, kdy je teplota teplosměnných ploch na straně nižší, než je teplota rosného bodu spalín. Koroze pak snižují životnost a účinnost kotle. [12]

Řešením je pak instalace směšovacího ventilu nebo obtokového čerpadla nebo jiná opatření.



Obr.č.8 Zvýšení teploty vratné otopné vody a) obtokové čerpadlo, b) trojcestný směšovací ventil [12]

Dnes existuje možnost zapojení jednoho kusu výrobku, který funguje jako trojcestný směšovací ventil a má v sobě vestavěné všechny potřebné prvky:



Obr.č.9 Zajištění teploty vratné vody [13]

AKUMULACE PŘEBYTEČNÉ ENERGIE

Principem je přenos energie v čase. Při přebytku energie je zároveň možnost výroby další energie, ta se akumuluje pro období nedostatku a potřeby energie. Akumulace srovnává nesourodost energetických toků mezi kotlem a spotřebou [1] a snižuje spotřebu paliva ž o 20 až 30 %. Pokud nelze zapojit akumulaci nádobu, doporučuje se instalace alespoň vyrovnávací nádrže o objemu 500 – 1000 l. [10] Akumulační nádoba se musí navrhnout s ohledem na výkon kotle. Výrobci udávají minimální objemy akumulací nádob připadajícím k jednotlivým výkonostním typům kotlů.

Pokud dodávaná akumulaci nádoba není zaizolovaná, je vhodné nádrže izolovat. Vede to ke snížení tepelných ztrát nádrže a tím ke zvýšení účinnosti akumulace, potažmo kotel. Vhodné řešení je společná izolace nádrží minerální vlnou a opláštění sádkartonem, doporučená tloušťka izolace je 120 mm. [10]

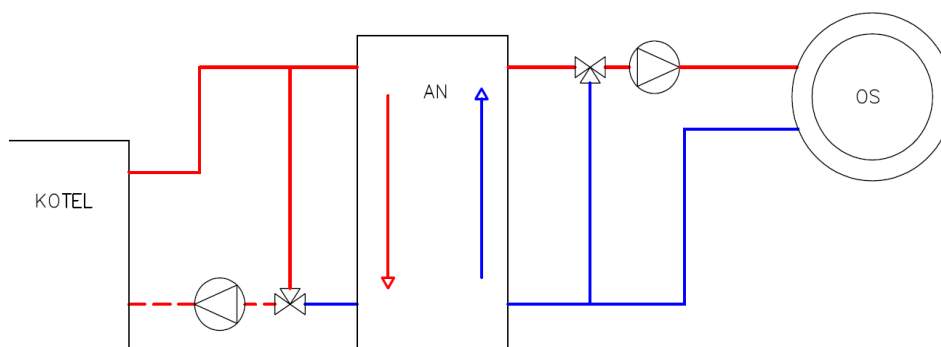
Rozdělení akumulací podle nabíjení [1]

- Nabíjení rychlé
Jde o nabíjení aktuálním výkonem zdroje => nabíjení plným výkonem a postupným vybíjením. Při tomto způsobu nabíjení je nutný větší objem akumulací nádoby. Používá se pro kotle s regulací i bez regulace výkonu.
- Nabíjení řízené
Jde o nabíjení sníženým výkonem. Tento způsob vede ke snížení počtu zátopů v otopné sezóně a postačí pro něj menší akumulací nádoby.

Další funkce a požadavky akumulací nádrží

Akumulaci nádoba odděluje kotlový okruh od odběrového okruhu. Teplota otopné vody na vstupu do nádrže může být jakákoli, ale na výstupu musí být daná teplotou přívodu k otopným tělesům v soustavě.

V kotlovém okruhu jsou ustálené provozní podmínky. Okruh má konstantní průtok a konstantní teplotu otopné vody. V okruhu otopné soustavy jsou provozní podmínky proměnlivé. Otopná tělesa mají nainstalované termostatické ventily a teplota otopné vody je řízená (ekvitermní regulace). Teplotu otopné přívodní vody k tělesům je nutné hlídat a regulovat směšovací ventilem.



Obr.č.10 Princip zapojení akumulční nádoby

Akumulační zásobníky slouží pouze k akumulaci otopné vody nebo mohou mít vestavěný zásobník k přípravě teplé vody.



Obr.č.11. Akumulační nádrž a akumulční nádrž se zásobníkem na ohřev vody [14]

A.7 Legislativní požadavky kotlů na tuhá paliva

A.7.1 Potřeba požadavků

Podle posledního sčítání lidu z roku 2011 vyplývá, že ve více než 3,6 milionech domácností se nachází různé topné systémy:

- 38,8 % zemní plyn
- 37,3 % centralizované zásobování
- 9,2 % uhlí (asi 336 000 domácností)
- 7,8 % palivo na bázi dřeva (asi 285 000 domácností)
- 7% elektřina

Oproti výsledkům z minulých let se dokazuje, že za posledních 10 let se zvýšila obliba vytápěním paliv na bázi dřeva (ze 152 000 na 285 000 domácností), zatímco ubývá pokles domácností spalujících uhlí.

Spalování tuhých paliv má vždy za následek vytváření znečišťujících látek a obecným cílem by mělo být jejich snížení. Na základě tohoto přístupu vznikají legislativní požadavky, které se uplatňují při certifikaci spalovacích zařízení. Cílem je zvýšení kvality spalovacích zařízení. Parametry, které poukazují na kvalitu zařízení, jsou účinnost a emise škodlivých plynů. Hodnoty naměřené v reálném provozu se pak srovnávají s hodnotami naměřenými v laboratoři.

A.7.2. Ekologie spalování

Dokonalé spalování znamená, že uhlík oxiduje na oxid uhličitý, vodík na vodní páru a síra na oxid siřičitý. Při spalování fosilních paliv vznikají emise oxidu uhličitého, ale u biomasy mají tyto emise nulovou bilanci a nedochází tak k znečišťování ovzduší. Podobně je to i s obsahem síry, která se oxiduje na oxid siřičitý, který je toxický a narušuje například fotosyntézu rostlin. U biomasy je podíl síry daleko menší než u fosilních paliv.

Nedokonalé spalování znamená, že nedojde k oxidaci až na konečné produkty chemické reakce a kouřové plyny tak obsahují nespálené hořlavé látky. Při nedokonalém spalování vzniká především oxid uhelnatý, který je vysoce toxický a právě jeho maximální koncentrace je limitována. Navíc je nedokonalé spalování méně účinné než dokonalé. Z těchto důvodů je nutná správná konstrukce kotlů s dostatečným přívodem vzduchu. [9]

A.7.3 Emise

Minimální požadavky na emisní třídy udává, pro všechny státy Evropské Unie, norma EN 303-5:2012. Požadavky musí splnit kotle jak při svém jmenovitém, tak i sníženém výkonu.

V normě jsou popsány:

- způsoby na zkoušení kotlů
- požadavky na materiály a bezpečnost
- základní emisní limity

Spalovací zkoušky a testy se provádí na kotlích před jejich uvedením na trh, před tzv. certifikací. Podle výsledků je kotli přiřazena emisní třída. Pro Českou republiku je povinné provádět testy pouze při certifikaci. V některých jiných státech EU, například v Německu nebo Rakousku, je povinnost provést zkoušku měřením ještě i přímo u provozovatele.

Dřívější norma EN 303-5:1999 stanovila emisní třídy na třídy 1 až 3, přičemž moderní zplyňovací kotle splňovali emisní třídu 3. Nová norma oproti tomu ruší první dvě třídy a přidává 4. a 5., kdy 3. třída zůstala prakticky beze změn. [17],[16]

Emise:

- CO - oxid uhelnatý
- OGC - uhlovodík
- Prach

Dávka paliva	Palivo	Jmen. tep. výkon	Mezní hodnoty emisí								
			CO			OGC			prach		
			mg/m ³ N při 10 % O ₂								
		třída 3	třída 4	třída 5	třída 3	třída 4	třída 5	třída 3	třída 4	třída 5	
ruční	biologické	0–50	5 000	1 200	700	150	50	30	150	75	60
		50–150	2 500			100			150		
		150–500	1 200			100			150		
	fosilní	0–50	5 000			150			125		
		50–150	2 500			100			125		
		150–500	1 200			100			125		
samočinná	biologické	0–50	3 000	1 000	500	100	30	20	150	60	40
		50–150	2 500			80			150		
		150–500	1 200			80			150		
	fosilní	0–50	3 000			100			125		
		50–150	2 500			80			125		
		150–500	1 200			80			125		

(Tab.č.1) Emisní limity dle EN 303-5:2012 [15]

A.7.4 Účinnost

Minimální účinnost je v normě definovaná podle jmenovitého výkonu kotle a třídy kotle. Pro zplyňovací a automatické kotle není problémem dosáhnout větší než 75% účinnosti pro jmenovitý výkon. Pokud by ale nebyla instalovaná akumulární nádrž, stává se průměrný provozní výkon zařízení nižší než jmenovitý a tím klesá i účinnost kotle. Následně se zhoršuje i kvalita spalování a dojde ke zvýšení koncentrace emisí.

Požadavky na minimální účinnost spalovacího zařízení se prokazují pouze při certifikaci výrobku. (ověření ve skutečném provozu pouze v Rakousku, kdy se hodnotí komínová ztráta). Podle vyhodnocení testů je pak kotli přiřazena účinnostní třída.

Zdroje	11 až 50 kW včetně	nad 50 kW
spalující kapalná a plyná paliva	89%	90%
Zdroje	15 až 50 kW včetně	nad 50 kW
Spalující pevná paliva	72%	74%

(Tab.č.2) Limitní hodnoty účinností spalování dle EN 303-5:2012 [15]

A.7.5 Povinnosti výrobce

Od ledna 2014 je možné prodávat pouze kotle, které splní emisní třídu 3.

Zákon č. 201/2012 Sb. – o ochraně ovzduší třídí zdroje podle jejich jmenovitého příkonu

dodávka paliva	Palivo	Jmen. tep. příkon (kW)	Mezní hodnoty emisí		
			CO	OGC	prach (TZL)
			mg/m ³ N při 10 % O ₂		
ruční	biogenní	≤65	5 000	150	150
		65-187	2 500	100	150
		187-300	1 200	100	150
	fosilní	≤65	5 000	150	125
		65-187	2 500	100	125
		187-300	1 200	100	125
samočinná	biogenní	≤65	3 000	100	150
		65-187	2 500	80	150
		187-300	1 200	80	150
	fosilní	≤65	3 000	100	125
		65-187	2 500	80	125
		187-300	1 200	80	125

(Tab.č.3) Minimální emisní požadavky na spalovací zdroje na tuhá paliva o jmenovitém příkonu do 300 kW dle příl.10, zák. č. 201/2012 Sb. (platnost od roku 2014)

Od ledna 2018 dojde k dalšímu zpřísnění a bude možné prodávat pouze kotle splňující emisní třídu 4.

Palivo	Dodávka	Jmen. tep. příkon (kW)	Mezní hodnoty emisí		
			CO	OGC	prach (TZL)
			mg/m ³ N při 10 % O ₂		
biologické/ fosilní	ruční	≤ 300	1 200	50	75
	samočinná	≤ 300	1 000	30	60

(Tab.č.4) Minimální emisní požadavky na spalovací zdroje na tuhá paliva o jmenovitém příkonu do 300 kW dle příl.10, zák. č. 201/2012 Sb. (platnost od roku 2018) [16]

A.7.6 Povinnosti provozovatele

Zákon č. 201/2012 Sb. – o ochraně ovzduší zakazuje ve spalovacích zařízeních do příkonu 300 kW spalování lignitu, hnědého energetického uhlí a kalů. Ostatní zdroje (od 10 kW do 300 kW) musí podstoupit jednou za dva roky kontrolu o technickém stavu a provozu zařízení prostřednictvím proškolené osoby. První kontrolu musí provozovatel zajistit nejpozději do konce roku 2016. Doklad o provedení kontroly pak musí předložit na příslušném úřadu obce na základě žádosti. Zatím není přesně stanoven průběh kontroly, dnes jde pouze o vizuální kontrolu technického stavu a kontrolu energetického štítku kotle.

Od září 2022 bude povoleno provozovat pouze taková spalovací zařízení, které splňují emisní třídu 3 (hodnoty shodné s tabulkou č.2).

Provozovatel může být pokutován za nedodržení přípustné tmavosti kouře, nebo pokud spaluje hnědé energetické uhlí, lignit, uhelné kaly nebo proplásky.

B
VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 ANALÝZA OBJEKTU

OBJEKT

Řešený objekt: Penzion Sýpka

Umístění objektu: městská část – původní zástavba

Lokalita objektu: katastrální území Valtice – Jihomoravský kraj

Druh stavby: přestavba sýpky

Dispoziční řešení: Objektem je historická budova sýpky, která je přestavěna na penzion s restaurací bez přípravy jídel. Vzhled a konstrukční řešení korespondují s původním využitím. Svislé nosné konstrukce jsou zděné z cihel plných pálených o šířce 900 mm. Tento fakt je důvodem, proč nebylo navrženo zateplení. Stropními konstrukcemi jsou klenby. Střešní konstrukce je původní, obnoveny byly pouze některé prvky. Sklon střechy je 46°, to umožňuje patrové využití. Budova je tak po přestavbě tvořena třemi nadzemními podlažími. První podlaží je rozděleno průjezdem. Část náleží k provozu penzionu, jedná se o společenskou část s „restaurací“ a prostory pro zaměstnance. Druhá část je technickým zázemím se skladem dřeva. Obě podkrovní patra fungují jako penzion s pokoji pro dva až čtyři hosty. Hlavní vchody do obou částí jsou z prostoru pod průjezdem.

Rozsah rekonstrukce: V prvním podlaží se všechny obvodové i nosné zdi zachovaly. Nové konstrukce z keramických tvárnic se vybudovaly v části hygienických zařízení pro hosty i zaměstnance. Nově se provedly všechny vrstvy podlah. Podél všech nosných zdí se z vnitřních stran provedli větrací kanálky pro zamezení vlhnutí stěn. Stropní konstrukce je tvořena klenbami z cihel plných pálených, které se ponechaly. Odstranil se původní těžký násyp a provedl se nový. Vazné trámy krovu jsou zároveň nosnými prvky pro podlahu, provedli se mezitrámky pro uložení záklopu, kvůli velké vzdálenosti trámů.

Všechny prvky nosné konstrukce střechy byly zachovány, výměna se provedla jen u některých krokví a námětků. Nové jsou vrstvy podlah a lehké sádkartonové příčky.

Nově osazeny jsou všechna dveře i okna, včetně střešních.

SYSTÉM VYTÁPĚNÍ

Otopná soustava: Uzavřená, s nuceným oběhem vody, dvoutrubková se spodním rozvodem a horizontálním napojením otopných těles.

Otopná tělesa: Desková se spodním připojením.

Zdroj tepla: Zplyňovací kotel na tuhá paliva

Příprava teplé vody: Centrální ohřev zásobníku na TV, v zimním období ohříván stejným kotlem, pro letní období elektrická vložka.

B.2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

B.2.1 Stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla

B.2.1.1. Výpočet součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce

R Tepelný odpor konstrukce ($\text{m}^2\text{K/W}$)

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} \quad (1)$$

kde d_j tloušťka vrstvy konstrukce (m)

λ_j návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu (W/mK), stanovený podle

ČSN 73 05 40 – 3 [17]

R_T Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla ($\text{m}^2\text{K/W}$)

$$R = R_{si} + \sum R + R_{se} \quad (2)$$

kde R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce ($\text{m}^2\text{K/W}$)

R_{se} je odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce ($\text{m}^2\text{K/W}$)

Hodnoty stanoveny dle ČSN 73 05 40 – 3 [17]

U Součinitel prostupu tepla ($\text{W/m}^2\text{K}$)

$$R = \frac{1}{R_T} \quad (3)$$

Konstrukce musí splňovat podmínku stanovenou v ČSN 73 0540-2 : 2011 [18]

$$U \leq U_{N,20}$$

Kde $U_{N,20}$ je požadovaná hodnota součinitel prostupu tepla ($\text{W/m}^2\text{K}$)

Stanovená podle tab.3 v ČSN 73 0540-2 : 2011 [18]

KONSTRUKCE NA HRANICI S EXTERIÉREM NEBO NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
PODLAHA 1NP-DLAŽBA				
	Keramická dlažba	0,011	1,010	0,011
	Cementové lepidlo	0,003	0,220	0,014
	Stěrka	0,010	1,160	0,009
	Roznášecí beton s KARI sítí	0,050	1,430	0,035
	Pěnový polystyrén EPS 100	0,100	0,033	3,030
	HI- asfaltový modifikovaný pás	0,004	0,210	0,019
	Podkladní beton	0,150	1,430	0,105
	Tepelné odpory vrstev			3,222
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,170
	- na straně zeminy Rse			0,000
	Tepelný odpor konstrukce			3,392
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,295

Požadavek: $U_{N,20} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
PODLAHA 1NP - NÁTĚR				
	Epoxidový nátěr	0,001		
	Roznášecí beton KARI sítí	0,050	1,430	0,035
	Pěnový polystyrén EPS 100	0,050	0,033	1,515
	HI- asfaltový pás modifikovaný	0,004	0,210	0,019
	Podkladní beton s KARI sítí	0,150	1,430	0,105
	Tepelné odpory vrstev			1,674
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,170
	- na straně zeminy Rsu			0,000
	Tepelný odpor konstrukce			1,674
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,597

Požadavek: $U_{N,20} = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
VNĚJŠÍ STĚNA 900 mm				
	Štuk- vápenná omítka	0,002	0,880	0,002
	Jádno - VC omítka	0,015	0,990	0,015
	Cihla plná pálená	0,900	0,840	1,071
	Tepelněizolační omítka	0,025	0,160	0,156
	Štuková VC omítka	0,004	0,990	0,004
	Tepelné odpory vrstev			1,249
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	- na vnější straně Rse			0,040
	Tepelný odpor konstrukce			1,419
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,705

Požadavek: $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U > U_{N,20}$$

NEVYHOVUJE – historická budova

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
VNĚJŠÍ STĚNA 450 mm (TI vnitřní)				
	Štuk- vápenná omítka	0,002	0,880	0,002
	Jádno- VC omítka	0,015	0,990	0,015
	Cihla plná pálená	0,300	0,840	0,357
	TI- polystyren EPS	0,140	0,033	4,242
	Tenkovrstvá omítka s perlínkou	0,005	0,880	0,006
	Tepelné odpory vrstev			4,623
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	- na vnější straně Rse			0,040
	Tepelný odpor konstrukce			4,793
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,209

Požadavek: $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
VNĚJŠÍ STĚNA 600 mm (TI vnější)				
	Štuk- vápenná omítka	0,002	0,880	0,002
	Jádro- VC omítka	0,015	0,990	0,015
	Cihla plná pálená	0,600	0,840	0,714
	TI- polystyren EPS	0,140	0,033	4,242
	Tenkovrstvá omítka s perlinkou	0,005	0,880	0,006
	Tepelné odpory vrstev			4,980
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	- na vnější straně Rse			0,040
	Tepelný odpor konstrukce			5,150
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,194

Požadavek: $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
STROP NAD 1NP – NAD PRŮJEZDEM				
	POVRCH - Dlažba	0,011	1,010	0,011
	POVRCH - pás TI minerální vlna	0,140	0,041	3,415
	2x OSB desky	0,044	0,180	0,244
	Kročejová izolace. MW	0,050	0,041	1,220
	Dřevěný snížený záklop (b)	0,032	0,180	0,178
	Dřevěné trámy 100/140 mm (a)	0,140	0,180	0,778
	TI- polystyren EPS	0,140	0,033	4,242
	Nevětraná vzduchová mezera	0,390		0,230
	Násyp s keramzitem	0,050	0,130	0,385
	Zděná klenba	0,140	0,860	0,163
	Jádro- VC omítka	0,015	0,990	0,015
	Štuk- vápenná omítka	0,002	0,880	0,002
	Tepelné odpory II s tep. tokem			5,799
	Tepelné odpory I s tep. tokem			5,882
	Tepelné odpory vrstev			5,854
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			↓
	- na vnitřní straně Rsi			0,170
	- na vnitřní straně Rse			0,040
	Tepelný odpor konstrukce			6,064
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,165

Požadavek: $U_{N,20} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
STŘECHA 46°				
	TI - minerální vata	0,170	0,041	4,146
	TI - minerální vata	0,060	0,041	1,463
	Nosný profil SDK	0,060	0,180	0,333
	Krokev	0,170	0,180	0,944
	Sádrokartonová deska	0,013	0,220	0,057
	Tepelné odpory II s tep. tokem			4,994
	Tepelné odpory L s tep. tokem			4,491
	Tepelné odpory vrstev			4,659
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,100
	- na vnitřní straně Rse			0,040
	Tepelný odpor konstrukce			4,799
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,206

Požadavek: $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
SVISLÁ PŮDNÍ KONSTRUKCE SDK				
	Sádrokartonová deska	0,013	0,220	0,057
	TI - minerální vlna	0,100	0,041	2,439
	Tepelné odpory vrstev			2,496
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	Tepelný odpor konstrukce			2,756
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,363

Požadavek: $U_{N,20} = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
ZAVĚŠENÝ PODHLED				
	TI - minerální vata	0,220	0,041	5,366
	Sádrokartonová deska	0,013	0,220	0,057
	Tepelné odpory vrstev			5,423
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,100
	- na vnitřní straně Rsi			0,100
	Tepelný odpor konstrukce			5,623
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,178

Požadavek: $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

KONSTRUKCE NA HRANICI VYTÁPĚNÝCH A JINAK VYTÁPĚNÝCH PROSTOR

Původní konstrukce je použita v několika různých tloušťkách.

KC-E A POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)	Rj (Km/W)	Rj (Km/W)	Rj (Km/W)	Rj (Km/W)
VNITŘNÍ STĚNA - původní			0,900	0,750	0,600	0,450	0,300
Štuk- vápenná omítka	0,002	0,880	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Jádru- VC omítka	0,015	0,990	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Cihla plná pálená	0,900	0,840	1,071	0,893	0,714	0,536	0,357
Jádru- VC omítka	0,015	0,990	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Štuk- vápenná omítka	0,002	0,880	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Tepelné odpory vrstev			1,106	0,927	0,748	0,570	0,391
<i>Odpor při přestupu tepla</i>							
- na vnitřní straně Rsi			0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
- na vnitřní straně Rsi			0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
Tepelný odpor konstrukce			1,366	1,187	1,008	0,830	0,651
SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,732	0,843	0,992	1,205	1,536

Požadavek:	$U_{N,20} = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Vypočtená hodnota:	$U = 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$	(90 cm)
	$U = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$	(75 cm)
	$U = 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$	(60 cm)
	$U = 1,21 \text{ W/m}^2\text{K}$	(45 cm)
	$U = 1,54 \text{ W/m}^2\text{K}$	(30 cm)
	$U < U_{N,20}$	VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
VNITŘNÍ STĚNA 300 NOVÁ				
	Štuk- vápenná omítka	0,002	0,880	0,002
	Jádru- VC omítka	0,015	0,990	0,015
	Příčně děrovaná 300	0,290	0,490	0,592
	Jádru- VC omítka	0,015	0,990	0,015
	Štuk- vápenná omítka	0,002	0,880	0,002
	Tepelné odpory vrstev			0,627
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	Tepelný odpor konstrukce			0,887
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			1,128

Požadavek:	$U_{N,20} = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Vypočtená hodnota:	$U = 1,13 \text{ W/m}^2\text{K}$	
	$U < U_{N,20}$	VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
VNITŘNÍ PŘÍČKA 100				
	Sádrovápenná omítka	0,005	0,880	0,006
	Porobetonová příčkovka 100	0,100	0,190	0,526
	Sádrovápenná omítka	0,005	0,880	0,006
	Tepelné odpory vrstev			0,538
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	Tepelný odpor konstrukce			0,798
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			1,254

Požadavek: $U_{N,20} = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 1,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
VNITŘNÍ PŘÍČKA 150				
	Sádrovápenná omítka	0,005	0,880	0,006
	Porobetonová příčkovka 150	0,150	0,190	0,789
	Sádrovápenná omítka	0,005	0,880	0,006
	Tepelné odpory vrstev			0,801
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	Tepelný odpor konstrukce			1,061
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,943

Požadavek: $U_{N,20} = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,94 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
SCHODIŠTĚ				
	Keramická dlažba	0,010	1,010	0,010
	ŽB	0,100	2,200	0,045
	TI- polystyren EPS	0,140	0,033	4,242
	Tenkovrstvá omítka s perlinkou	0,005	0,880	0,006
	Tepelné odpory vrstev			4,303
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,170
	- na vnitřní straně Rsi			0,170
	Tepelný odpor konstrukce			4,643
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,215

Požadavek: $U_{N,20} = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
SDK PŘÍČKA 100- 1x deska				
	Sádrokartonová deska 1x	0,013	0,220	0,057
	Skelná vata	0,060	0,046	1,304
	Vzduchová vrstva	0,015		0,015
	Sádrokartonová deska 1x	0,013	0,220	0,057
	Tepelné odpory vrstev			1,433
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	- na straně zeminy Rsu			0,130
	Tepelný odpor konstrukce			1,693
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,591

Požadavek: $U_{N,20} = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

OZN. KC-E	POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)
SDK PŘÍČKA 150- 2x deska				
	Sádrokartonová deska 1x	0,013	0,220	0,057
	Skelná vata	0,075	0,046	1,630
	Vzduchová vrstva	0,038		0,180
	Sádrokartonová deska 2x	0,025	0,220	0,114
	Tepelné odpory vrstev			1,981
	<i>Odpor při přestupu tepla</i>			
	- na vnitřní straně Rsi			0,130
	- na straně zeminy Rsu			0,130
	Tepelný odpor konstrukce			2,241
	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA			0,446

Požadavek: $U_{N,20} = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{N,20}$$

VYHOVUJE

Jako povrchová vrstva byla použita keramická dlažba nebo laminátová podlaha. Ve hluchém prostoru nad 1NP a 2NP není žádná povrchová vrstva, skladba končí tepelnou izolací volně loženou.

Pro výpočet trámového stropu byl použit výpočet s dvojrozměrným šířením tepla. (Kolmo a rovnoběžně s tepelným tokem). Označení ↓ ↑ udává směr tepelného toku.

OZN. KC- E A POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	Rj (Km/W)	Rj (Km/W)	Rj (Km/W)	Rj (Km/W)	Rj (Km/W)
STROP NAD 1NP			DLAŽBA	LAMINO	LAMINO	DLAŽBA	PÁS
POVRCH - Dlažba	0,011	1,010	0,011			0,011	
POVRCH - Laminát	0,008	0,145		0,055	0,055		
POVRCH - pás TI min.vlna	0,140	0,041					3,415
2x OSB desky	0,044	0,180	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244
Kročejová izolace. MW	0,050	0,041	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220
Dřevěný snížený záklop (b)	0,032	0,180	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178
Dřev. trámy 100/140 mm (a)	0,140	0,180	0,778	0,778	0,778	0,778	0,778
Nevětraná vzduch. mezera	0,390		0,230	0,230	0,160	0,160	0,160
Násyp s keramzitem	0,050	0,130	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385
Zděná klenba	0,140	0,860	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163
Jádru- VC omítka	0,015	0,990	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Štuk- vápenná omítka	0,002	0,880	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Tep. odpory II s tep. tokem			2,506	2,635	2,484	2,506	5,851
Tep. odpory I s tep. tokem			2,467	2,511	2,441	2,467	5,801
Tep. odpory vrstev			2,480	2,552	2,455	2,480	5,818
<i>Odpor při přestupu tepla</i>			↓	↓	↑	↑	↑
- na vnitřní straně Rsi			0,170	0,170	0,100	0,100	0,100
- na vnitřní straně Rsi			0,170	0,170	0,100	0,100	0,100
Tepelný odpor konstrukce			2,820	2,892	2,655	2,680	6,018
SOUČ. PROSTUPU TEPLA			0,355	0,346	0,377	0,373	0,166

Požadavek: $U_{N,20} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ (DLAŽBA ↓)

$U = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ (LAMINÁT ↓)

$U = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ (LAMINÁT ↑)

$U = 0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$ (DLAŽBA ↑)

$U < U_{N,20}$ **VYHOVUJE**

Požadavek: $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ (PÁS nevytáp. prostoru ↑)

$U < U_{N,20}$ **VYHOVUJE**

OZN. K-CE A POPIS VRSTVY	d (m)	λ (W/mK)	R _j (Km/W)	R _j (Km/W)	R _j (Km/W)	R _j (Km/W)
STROP NAD 2NP			DLAŽBA	LAMINO	LAMINO	PÁS
POVRCH - Dlažba	0,011	1,010	0,011			
POVRCH - Laminát	0,008	0,145		0,055	0,055	
POVRCH - pás TI min. vlna	0,140	0,041				3,415
2x OSB desky	0,044	0,180	0,244	0,244	0,244	0,244
Kročejová izolace. MW	0,050	0,041	1,122	1,122	1,122	1,122
Dřevěný záklop	0,032	0,180	0,178	0,178	0,178	0,178
Tepelné odpory vrstev			1,555	1,599	1,599	4,959
<i>Odpor při přestupu tepla</i>			↓	↓	↑	↑
- na vnitřní straně R _{si}			0,170	0,170	0,100	0,100
- na vnitřní straně R _{si}			0,170	0,170	0,100	0,100
Tepelný odpor konstrukce			1,895	1,939	1,799	5,159
SOUČ. PROSTUPU TEPLA			0,528	0,516	0,556	0,194

Požadavek: $U_{N,20} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$ (DLAŽBA ↓)

$U = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$ (LAMINÁT ↓)

$U = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$ (LAMINÁT ↑)

$U < U_{N,20}$ **VYHOVUJE**

Požadavek: $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ (PÁS nevytáp. prostoru ↑)

$U < U_{N,20}$ **VYHOVUJE**

VÝPLNĚ OTVORŮ

Součinitel prostupu tepla výplněmi otvorů nebyl stanoven přesným výpočtem, ale byl převzat z technických podkladů výrobců

OZN. VÝPLNĚ	POPIS	ROZMĚRY ŠxV	U	U _{N,20}	HODNOCENÍ
STŘ.OKNO	dřevěné, dvojsklo	0,7x1,2	1,3	1,5	$U < U_{N,20}$ vyhovuje
O1	dřevěné, dvojsklo	1,5x1,95	1,2	1,5	$U < U_{N,20}$ vyhovuje
O2	dřevěné, dvojsklo	1,0x1,95	1,2	1,5	$U < U_{N,20}$ vyhovuje
O3	dřevěné, dvojsklo	1,5x1,5	1,2	1,5	$U < U_{N,20}$ vyhovuje
O4	dřevěné, dvojsklo	0,9x1,0	1,2	1,5	$U < U_{N,20}$ vyhovuje
DV1	dřevěné, plné + 2sklo	1,15x2,1	1,3	1,7	$U < U_{N,20}$ vyhovuje
DV2	dřevěné, plné + 2sklo	0,9x2,1	1,3	1,7	$U < U_{N,20}$ vyhovuje
DV3	dřevěné, plné + 2sklo	1,5x2,15	1,3	1,7	$U < U_{N,20}$ vyhovuje
DV4	dřevěné, plné + 2sklo	1,3x2,1	1,3	1,7	$U < U_{N,20}$ vyhovuje

REKAPITULACE A OZNAČENÍ JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ

Označení konstrukcí je později používáno při výpočtu tepelných ztrát prostupem jednotlivých místností. Viz kapitola B.2.2.1 tohoto dokumentu

OZN.	KONSTRUKCE	U (W/m²K)
SO1	VNĚJŠÍ STĚNA 900	0,705
SO2	VNĚJŠÍ 450 (2NP, 3NP)	0,209
SO3	VNĚJŠÍ 600 (PRUJEZD)	0,194
	VNITŘNÍ STĚNA	
SI90	900 mm	0,732
SI75	750 mm	0,843
SI60	600 mm	0,992
SI45	450 mm	1,205
SI30	300 mm	1,536
SIN 30	VNITŘNÍ NOVÁ 300 mm	1,128
SDK 10	SDK PŘÍČKA 100	0,591
SDK 15	SDK PŘÍČKA 150	0,446
Y 10	PŘÍČKA YTONG 1NP 100	1,254
Y 15	PŘÍČKA YTONG 1NP 150	0,943
1-DL	DLAŽBA 1NP	0,187
1-NÁT	NÁTĚR 1NP	0,278
SCH	SCHODIŠTĚ	0,215
PODHLED	PODHLED	0,178
SDK PODKROVÍ	SVISLÁ SDK - PODKROVÍ	0,363
	STROP NAD 2NP	
3-DL↓	↓DLAŽBA	0,528
3-LAM↓	↓LAMINO	0,516
3-LAM↑	↑LAMINO	0,556
2-PÁS	↑PÁS HLUCH.PROSTORU	0,194
	STROP NAD 1NP	
2-DL↑	↑DLAŽBA	0,373
2-DL↓	↓DLAŽBA	0,355
2-LAM↓	↓LAMINO	0,346
2-LAM↑	↑LAMINO	0,377
1-PÁS↑	↑PÁS HLUCH.PROSTORU	0,166
PRŮJEZD	PRŮJEZD	0,161
STŘ	STŘECHA	0,206

B.2.1.2. Stanovení průměrného součinitele tepla podle vyhl. č.78/2013 Sb

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Penzion
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Valtice, Rudé armády 142,
Katastrální území a katastrální číslo	parc.č.1049/20, k.ú. Valtice
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	AMA Opava, s.r.o.
Adresa	Hlavní 142, Kravaře ve Slezsku 747 21
Telefon / e-mail	603 289 694

Charakteristika budovy

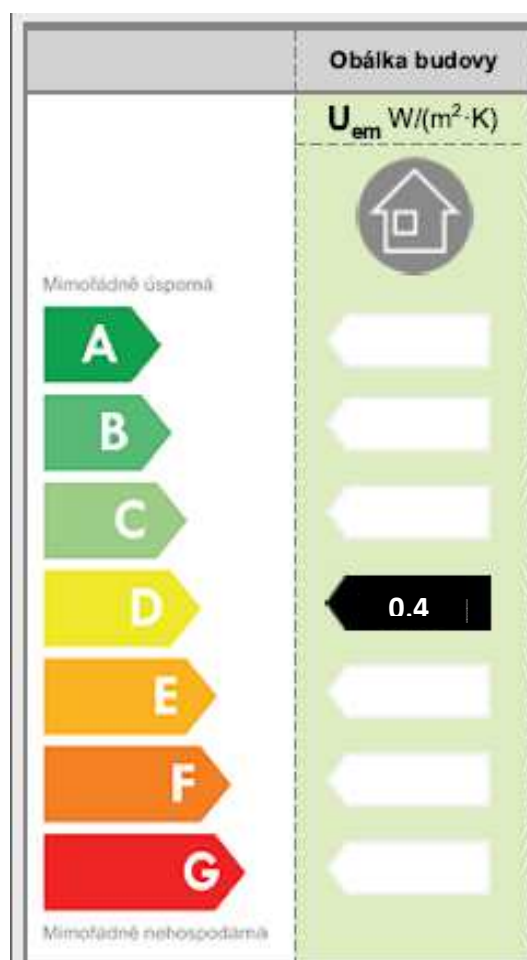
Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy,	3102,05 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1681,27 m ²
Geometrická charakteristika budovy A/V	0,542
Převažující vnitřní teplota v otopném období t_{im}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-12 °C

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	662,691
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/m ² K	0,394
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,Nrc}$	W/m ² K	0,268
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N,rq}$	W/m ² K	0,357

Klasifikační třídy tepla obálkou budovy

Hranice klas.tříd	Klas.ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U _{em} (W/m ² K) pro hranici klas. tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,65	0,65 · U _{em,N}	0,232
B	0,80	0,80 · U _{em,N}	0,286
C	1,0	1,00 · U _{em,N}	0,357
D	1,5	1,50 · U _{em,N}	0,536
E	2,0	2,00 · U _{em,N}	0,714
F	2,5	2,50 · U _{em,N}	0,893
G	>2,5	>2,50 · U _{em,N}	>0,893



Energetický štítek obálky budovy

	Referenční budova				Hodnocená budova			
KC-E	Plocha	Sou. prostup u tepla	Redukč ní činitel	Měrná ztráta prost. tepla	Plocha	Sou. prostup u tepla	Redukč ní činitel	Měrná ztráta prost. tepla
	A	U	b	H _T	A	U	b	H _T
	[m²]	[W/(m².K)]	[--]	(kW)	[m²]	[W/(m².K)]	[--]	(kW)
SO1	272,98	0,30	1,00	81,895	272,98	0,705	1,00	192,454
SO3	39,50	0,30	1,00	11,850	39,50	0,194	1,00	7,663
SO2	51,98	0,30	1,00	15,594	51,98	0,209	1,00	10,864
1-DL	254,08	0,30	0,47	35,729	254,08	0,187	0,47	22,271
1-NÁTĚŘ	118,58	0,85	0,47	47,245	118,58	0,278	0,47	15,452
STŘ	244,73	0,30	1,00	73,418	244,73	0,206	1,00	50,413
SDK	241,91	0,60	0,44	63,574	241,91	0,363	0,44	38,462
PODHLÉD	101,15	0,30	0,81	24,655	101,15	0,178	0,81	14,629
PODL.2N P-průjez	65,81	0,24	1,00	15,795	65,81	0,161	1,00	10,596
PÁS 2NP	123,25	0,30	0,81	30,042	123,25	0,166	0,81	16,623
PÁS 3NP	86,28	0,60	0,81	42,059	86,28	0,194	0,81	13,599
STŘ.OKN O (35x)	25,40	1,50	1,00	38,100	25,40	1,300	1,00	33,020
O1 (8x)	23,40	1,50	1,00	35,100	23,40	1,200	1,00	28,080
O2 (5x)	9,75	1,50	1,00	14,625	9,75	1,200	1,00	11,700
O3 (1x)	2,25	1,50	1,00	3,375	2,25	1,200	1,00	2,700
O4 (3x)	2,70	1,50	1,00	4,050	2,70	1,200	1,00	3,240
DV1 (4x)	9,66	1,70	1,00	16,422	9,66	1,300	1,00	12,558
DV2 (1x)	1,89	1,70	1,00	3,213	1,89	1,300	1,00	2,457
DV3 (1x)	3,26	1,70	1,00	5,534	3,26	1,300	1,00	4,232
DV4 (1x)	2,73	1,70	1,00	4,641	2,73	1,300	1,00	3,549
Celkem	1681,27			566,91	1681,2			494,56
Tepelné vazby		1681,272*0,02		33,625	1681,272*0,1			168,12
Celková měrná tep. ztráta prostupem				600,54				662,69
Průměrný součinitel prostupu tepla		Požadovaná hodnota		0,357	662,690/1681,27			0,394
		Doporučená hodnota		0,268	Nevyhovuje			
Klasifikační třída obálky budovy budovy podle přílohy C				0,394/0,357	1,103		třída D-nevyhovující	

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Penzion Sýpka ul. Rudé armády 142, Valtice					Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha: 750 m ²					stávající	doporučení
<div>CI Velmi úsporná</div> <div><div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div><div>G</div></div><div>0,5</div><div>0,75</div><div>1,0</div><div>1,5</div><div>2,0</div><div>2,5</div></div> <div>Mimořádně ne hospodárná</div>					1,1	
KLASIFIKACE					D	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,N}$ ve W/(m ² .K) $U_{em} = H_T/A$					0,394	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle vyhl.78/2013 $U_{em,N}$ ve W/(m ² .K)					0,357	
Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,65	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
U_{em}	0,232	0,286	0,357	0,536	0,714	0,893
Platnost štítku do 25.5.2025			Datum: 25.5.2015			
Vypracoval			Jméno a příjmení: Karolína Grigarová			

B.2.2. Výpočet tepelné ztráty objektu

B.2.2.1. Tepelná ztráta prostupem (W)

$$\phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,ig} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \quad (4)$$

kde $H_{T,ie}$ je měrná tep. ztráta z vytápěného prostupu do venkovního prostředí (W/K)

$H_{T,ig}$ je měrná tep. ztráta do zeminy (W/K)

$H_{T,iue}$ je měrná tep. ztráta přes nevytápěný prostor ven (W/K)

$H_{T,ij}$ je měrná tep. ztráta z vytápěného prostupu prostoru s jinou teplotou (W/K)

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí

$$H_{T,ie} = \sum (A_k \cdot U_k \cdot e_k) \quad (5)$$

kde A_k plocha ochlazované konstrukce (m²)

e_k korekční součinitel (-), $e_k = 1,0$

U_k součinitel prostupu tepla (W/m²K)

$$U_k = U_{kc} + \Delta U \quad (6)$$

kde U_{kc} součinitel prostupu tepla konstrukce, (W/m²K)

ΔU korekční činitel tepelných vazeb, $\Delta U = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (běžné tep. mosty)

Měrná tepelná ztráta do zeminy

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum A_k \cdot U_{equie,k}) \cdot G_W \quad (7)$$

kde f_{g1} je opravný součinitel uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty, $f_{g1} = 1,45$

f_{g2} je opravný teplotní součinitel zahrnující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou

$$f_{g2} = \frac{(\vartheta_{int,i} - \vartheta_{m,e})}{(\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)} \quad (8)$$

$$\frac{(\vartheta_{int,i} - 4,4)}{(\vartheta_{int,i} + 12)} \quad \text{pro} \quad \begin{array}{ll} \vartheta_{int,i} = 20^\circ & \Rightarrow 0,487 \\ \vartheta_{int,i} = 15^\circ & \Rightarrow 0,393 \\ \vartheta_{int,i} = 10^\circ & \Rightarrow 0,255 \end{array}$$

G_w je opravný součinitel na vliv podzemní vody, HPV je > 1 m pod úroveň nejnižší podlahy, $G_w = 1,0$

$U_{eqie,k}$ součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy (W/m^2K)

B' charakteristické číslo

$$B' = \frac{A_g}{(0,5 \cdot P)} \quad (9)$$

kde A_g je zastavěná plocha (m^2)

P je obvod na hranici venkovního prostředí (m)

podlaha v 1NP s keramickou dlažbou

$$B' = \frac{294,075}{(0,5 \cdot 74,78)} = 7,865$$

$$U_k = 0,295 \text{ W/m}^2K$$

$$U_{eqie,dlažby} = \underline{\underline{0,177 \text{ W/m}^2K}}$$

podlaha v 1NP s průmyslovým nátěrem

$$B' = \frac{118,575}{(0,5 \cdot 43,58)} = 5,442$$

$$U_k = 0,278 \text{ W/m}^2K$$

$$U_{eqie,nátěru} = \underline{\underline{0,302 \text{ W/m}^2K}}$$

Měrná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí přes nevytápěný prostor

$$H_{T,iue} = \sum (A_k \cdot U_k \cdot b_u) \quad (10)$$

kde A_k plocha ochlazované konstrukce (m^2)

b_u součinitel redukce teploty

$$b_u = \frac{(\theta_{int,i} - \theta_u)}{(\theta_{int,i} - \theta_e)} \quad (11)$$

$\theta_{int,i}$ je teplota vnitřního prostředí daného prostoru ($^{\circ}C$)

θ_e je výpočtová teplota exteriéru ($^{\circ}C$)

θ_u je výpočtová teplota přilehlého prostoru

U_k součinitel prostupu tepla (W/m^2K)

$$U_k = U_{kc} + \Delta U \quad (12)$$

kde U_{kc} součinitel prostupu tepla konstrukce, (W/m²K)
 ΔU korekční činitel tepelných vazeb, $\Delta U = 0,1$ W/m²K (běžné tep. mosty)

Měrná tepelná ztráta z/do prostoru s odlišnou teplotou

$$H_{T,ij} = \sum (A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) \quad (13)$$

kde A_k plocha ochlazované konstrukce (m²)
 U_k součinitel prostupu tepla (W/m²K)
 f_{ij} součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = \frac{(\theta_{int,i} - \theta_j)}{(\theta_{int,i} - \theta_e)} \quad (13)$$

kde $\theta_{int,i}$ je teplota vnitřního prostředí daného prostoru (°C)
 θ_e je výpočtová teplota exteriéru (°C)
 θ_j je výpočtová teplota přilehlého prostoru (°C)

$\theta_{int,i}$	20	15	24	10
θ_j				
-12	1,000	1,000	1,000	1,000
-6	0,813	0,778	0,833	0,727
0	0,438	0,333	0,500	0,182
10	0,313	0,185	0,389	0,000
15	0,156	0,000	0,250	-0,227
20	0,000	-0,185	0,111	-0,455
24	-0,125	-0,333	0,000	-0,636

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

Značení ohraničujících konstrukcí:

1NP

1.02. RECEPCE

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1	32,180	0,705	0,100	0,805	1,000	25,905	
SO3	24,650	0,194	0,100	0,294	1,000	7,247	
O1	2,925	1,200	0,100	1,300	1,000	3,803	
D1	2,415	1,300	0,100	1,400	1,000	3,381	
1-DL	34,540	0,177		0,177	0,707	4,322	
1-PÁS	0,187	0,166	0,100	0,266	0,438	0,022	
SI 60	31,938	0,992		0,992	0,166	5,259	
2-DL ↓	6,880	0,355		0,355	-0,125	-0,305	
Dvi 3 x2	4,200	3,500		3,500	0,156	2,293	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				51,927	1661,657

1.03. WC CHODBA

$$\theta_{\text{int,}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO3	9,240	0,194	0,100	0,294	1,000	2,717	
1-DL	7,790	0,177		0,177	0,570	0,786	
1-LAM ↓	5,160	0,346		0,346	-0,185	-0,330	
SI 60	10,020	0,992		0,992	-0,185	-1,839	
Dvi 3	2,100	3,500		3,500	-0,185	-1,360	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				-0,026	-0,713

1.04. WC – Ž – UMYVADLO

$$\theta_{\text{int,}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
1-DL	1,350	0,182		0,182	0,570	0,140	
2-LAM ↓	1,350	0,346		0,346	-0,185	-0,086	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				0,054	1,448

1.05,06,07 WC – Ž

$$\theta_{\text{int,}} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1	5,850	0,705	0,100	0,805	1,000	4,709	
O2	1,950	1,200	0,100	1,300	1,000	2,535	
1-DL	4,725	0,177		0,177	0,570	0,477	
1-PÁS	1,470	0,166	0,100	0,266	0,333	0,130	
2-LAM ↓	0,680	0,346		0,346	-0,185	-0,044	
1-DL	1,875	0,177		0,177	0,570	0,189	
SO1	5,095	0,705	0,100	0,805	1,000	4,101	
1-DL	2,195	0,177		0,177	0,570	0,221	
1-PÁS	1,200	0,166	0,100	0,266	0,780	0,249	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				12,569	339,355

1.08. WC – M – UMYVADLO

$$\theta_{\text{int,}} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO3	4,500	0,194	0,100	0,294	1,000	1,323	
1-DL	2,118	0,177		0,177	0,570	0,214	
2-LAM ↓	0,800	0,346		0,346	-0,185	-0,051	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				1,485	40,108

1.09,10. WC – M – UMYVADLO

$$\theta_{\text{int,}} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO3	8,440	0,194	0,100	0,294	1,000	2,481	
1-DL	4,333	0,177		0,177	0,570	0,437	
SO1	7,995	0,705	0,100	0,805	1,000	6,436	
SO3	5,460	0,194	0,100	0,294	1,000	1,605	
1-DL	3,133	0,177		0,177	0,570	0,316	
1-PÁS	1,600	0,166	0,100	0,266	0,333	0,142	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				11,418	308,274

1.11. ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST S VÝLEVKOU

$$\theta_{\text{int,}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
1-DL	2,915	0,177		0,177	0,570	0,294	
2-LAM ↓	0,620	0,346		0,346	-0,185	-0,040	
SI 60	2,357	0,992		0,992	-0,185	-0,433	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				-0,178	-4,810

1.12. WC – INVALIDÉ

$$\theta_{\text{int,}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
1-DL	5,340	0,177		0,177	0,570	0,539	
2-LAM ↓	0,880	0,346		0,346	-0,185	-0,056	
SI 60	1,068	0,992		0,992	-0,185	-0,196	
SI 90	2,001	0,732		0,732	-0,185	-0,271	
ID3	2,100	3,500		3,500	-0,185	-1,360	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				-1,344	-36,298

1.13. HOSTÉ – RESTAURACE/JÍDELNA

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1 x2	88,250	0,705	0,100	0,805	1,000	71,041	
O1-4X	11,700	1,200	0,100	1,300	1,000	15,210	
1-DL	90,780	0,177		0,177	0,707	11,360	
1-PÁS	17,600	0,166	0,100	0,266	0,438	2,051	
SI 90	28,010	0,732		0,732	0,156	3,199	
2-DL ↓	5,990	0,355		0,355	-0,125	-0,266	
2-DL ↑	13,140	0,373		0,373	0,156	0,765	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				103,359	3307,495

1.14. HOSTÉ – RESTAURACE/SPOJOVACÍ CHODBA

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1	19,770	0,705	0,100	0,805	1,000	15,915	
O1	2,925	1,200	0,100	1,300	1,000	3,803	
1-DL	17,450	0,177		0,177	0,707	2,184	
1-PÁS	5,400	0,166	0,100	0,266	0,438	0,629	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				22,530	720,965

1.15. HOSTÉ – RESTAURACE/SALÓNEK

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
2xSO1	47,050	0,992	0,100	1,092	1,000	51,379	
O1	2,925	1,200	0,100	1,300	1,000	3,803	
O2	1,950	1,200	0,100	1,300	1,000	2,535	
1-DL	31,000	0,177		0,177	0,707	3,879	
1-PÁS	6,100	0,166	0,100	0,266	0,438	0,711	
2-DL ↓	0,440	0,355		0,355	-0,125	-0,020	
Y 15	21,500	0,943		0,943	0,156	3,163	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				65,449	2094,381

1.16. HOSTÉ – RESTAURACE/GRIL

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
1-DL	13,073	0,177		0,177	0,707	1,636	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				1,636	52,350

1.17. HOSTÉ – RESTAURACE/BAR

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1	19,770	0,705	0,100	0,805	1,000	15,915	
DV1	2,415	1,300	0,100	1,400	1,000	3,381	
1-DL	19,135	0,177		0,177	0,707	2,395	
1-PÁS	5,400	0,166	0,100	0,266	0,438	0,629	
2 DL ↑	9,420	0,373		0,373	0,156	0,548	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				22,868	731,765

1.18. CHODBA ZA BAREM

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
1-DL	3,890	0,177		0,177	0,707	0,487	
2-DL ↓	2,230	0,355		0,355	-0,156	-0,123	
Y 10	7,205	1,254		1,254	0,156	1,409	
Dvi 2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				2,646	84,684

1.19. SKLAD

$$\theta_{\text{int,}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1	9,955	0,705	0,100	0,805	1,000	8,014	
DV1	2,415	1,300	0,100	1,400	1,000	3,381	
1DL	13,070	0,177		0,177	0,570	1,319	
2LAM↓	4,100	0,346		0,346	-0,185	-0,262	
Y 15	5,860	0,943		0,943	-0,185	-1,022	
Y10	2,800	1,254		1,254	-0,185	-0,650	
Dvi 2	1,600	3,500		3,500	-0,185	-1,036	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				9,743	263,063

1.20. ŠATNA ZAMĚSTNANCI

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1 x2	25,250	0,705	0,100	0,805	1,000	20,326	
O2	1,950	1,200	0,100	1,300	1,000	2,535	
1-DL	10,800	0,177		0,177	0,707	1,352	
1-PÁS	3,060	0,166	0,100	0,266	0,438	0,357	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				24,569	786,217

1.21. WC – ZAMĚSTNANCI

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1	6,900	0,732	0,100	0,832	1,000	5,741	
1-PÁS	2,300	0,166	0,100	0,266	0,333	0,204	
1-DL	2,275	0,177		0,177	0,707	0,285	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				6,229	199,335

1.22,23. WC – VNĚJŠÍ

$$\theta_{\text{int,}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1	8,880	0,705	0,100	0,805	1,000	7,148	
DV2	1,890	1,300	0,100	1,400	1,000	2,646	
1-DL	4,290	0,177		0,177	0,570	0,433	
1-PÁS	1,600	0,166	0,100	0,266	0,333	0,142	
SI 90	4,410	0,732		0,732	-0,185	-0,597	
1-DL	3,740	0,177		0,177	0,570	0,377	
SI 90	4,970	0,732		0,732	-0,185	-0,673	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				9,476	255,853

1.24. KOTELNA

$$\theta_{\text{int,}} = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1	18,530	0,705	0,100	0,805	1,000	14,917	
O2	1,950	1,200	0,100	1,300	1,000	2,535	
SO3	23,010	0,194	0,100	0,294	1,000	6,765	
DV3	3,255	1,300	0,100	1,400	1,000	4,557	
1-NÁTĚŘ	34,72	0,302		0,302	0,370	3,102	
1PÁS	7,180	0,166	0,100	0,266	0,182	0,348	
SI 90	8,600	0,732		0,732	-0,227	-1,429	
2-DL ↓	12,660	0,355		0,355	-0,227	-1,020	
	(θ _{int} -θ _e)	22,000				29,774	655,020

1.25. SKLAD DŘEVA

$$\theta_{\text{int,}} = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO1	37,850	0,705	0,100	0,805	1,000	30,469	
SO1	40,480	0,705	0,100	0,805	1,000	32,586	
SO1	19,500	0,705	0,100	0,805	1,000	15,698	
SO3	9,400	0,194	0,100	0,294	1,000	2,764	
DV3	3,255	1,300	0,100	1,400	1,000	4,557	
O2	1,950	1,200	0,100	1,300	1,000	2,535	
O3	2,250	1,200	0,100	1,300	1,000	2,925	
1-NÁTĚŘ	48,980	0,302		0,302	0,370	5,473	
1PÁS	13,200	0,166	0,100	0,266	0,182	0,639	
SI 45	7,500	1,205		1,205	-0,227	-2,052	
2-DL ↓	32,380	0,355		0,355	-0,227	-2,609	
	(θ _{int} -θ _e)	22,000				92,985	2045,669

2.1. SCHODIŠTĚ (VYTÁPĚNÉ)

$$\theta_{\text{int,}} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO3	3,455	0,194	0,100	0,294	1,000	1,016	
2PÁS	2,500	0,194	0,100	0,294	0,333	0,245	
SCH	15,020	0,215		0,215	0,330	1,066	
3-DL ↓	5,520	0,528		0,528	-0,185	-0,539	
SI 90	3,500	0,732		0,732	0,185	0,474	
SN 30	7,200	1,128		1,128	0,185	1,502	
SDK 10	13,990	0,591		0,591	-0,185	-1,530	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				2,234	60,314

2.02. SKLAD ŠPINAVÉHO PRÁDA A ČISTÍCÍCH PROSTŘEDKŮ

$$\theta_{\text{int,}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	13,230	0,206	0,100	0,306	1,000	4,048	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
2 PÁS	7,100	0,194	0,100	0,294	0,333	0,695	
SDK PODKROVÍ	8,850	0,363	0,100	0,463	0,780	3,196	
SDK10	34,120	0,591		0,591	-0,185	-3,731	
2-DL ↓	16,780	0,355		0,355	0,185	1,102	
3-LAM ↓	7,680	0,516		0,516	-0,185	-0,733	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				5,754	155,357

2.03. SKLAD ČISTÉHO PRÁDLA

$$\theta_{\text{int,}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,980	0,206	0,100	0,306	1,000	1,218	
SO2	8,550	0,209	0,100	0,309	1,000	2,642	
2 PÁS	1,750	0,194	0,100	0,294	0,333	0,171	
SDK PODKROVÍ	2,190	0,363	0,100	0,463	0,780	0,791	
2-DL ↓	6,080	0,355		0,355	0,185	0,399	
3-LAM ↓	4,330	0,516		0,516	-0,185	-0,413	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				4,808	129,816

2.04. ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST S VÝLEVKOU

$$\theta_{\text{int,}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SO2	7,690	0,209	0,100	0,309	1,000	2,376	
2-DL ↓	3,650	0,355		0,355	0,185	0,240	
3-LAM ↓	2,650	0,516		0,516	-0,185	-0,253	
SDK 10	3,740	0,591		0,591	-0,185	-0,409	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				1,954	52,759

2.05. POKOJ Č.10 - SCHODIŠTĚ

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ_{Ti} (W)
STŘ	6,100	0,206	0,100	0,306	1,000	1,867	
SO2	7,150	0,209	0,100	0,309	1,000	2,209	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
2-PÁS	3,490	0,194	0,100	0,294	0,440	0,451	
SDK PODKROVÍ	5,360	0,363	0,100	0,463	0,438	1,087	
SDK 10	7,950	0,591		0,591	0,158	0,742	
	($\theta_{\text{int}}-\theta_{\text{e}}$)	32,000				7,533	241,048

2.06. RECEPCE

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ_{Ti} (W)
2DL ↓	4,450	0,355		0,355	0,313	0,494	
SDK 10	17,480	0,591		0,591	0,158	1,632	
Dvi 2	1,600	3,500		3,500	0,158	0,885	
POD.OK.	2,400	4,500		4,500	0,158	1,706	
	($\theta_{\text{int}}-\theta_{\text{e}}$)	32,000				4,718	150,973

2.07. ŠATNA – ZAMĚSTNANCI

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ_{Ti} (W)
3-DL ↓	2,990	0,528		0,528	-0,125	-0,197	
2-DL ↓	4,990	0,355		0,355	0,313	0,554	
SDK 10	10,194	0,591		0,591	0,158	0,952	
	($\theta_{\text{int}}-\theta_{\text{e}}$)	32,000				1,309	41,889

2.08,9. WC – ZAMĚSTNANCI

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ_{Ti} (W)
STŘ	2,300	0,206	0,100	0,306	1,000	0,704	
O5	0,840	1,200	0,100	1,300	1,000	1,092	
2-PÁS	1,200	0,194	0,100	0,294	0,333	0,117	
SDK PODKROVÍ	2,500	0,363	0,100	0,463	0,438	0,507	
3-LAM ↓	1,196	0,516		0,516	-0,185	-0,114	
SDK 10	1,480	0,591		0,591	-0,185	-0,162	
	($\theta_{\text{int}}-\theta_{\text{e}}$)	27,000				2,144	57,896

2.10. CHODBA

$$\theta_{\text{int,}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
DL-PRUJ	18,200	0,161	0,100	0,261	1,000	4,750	
STŘ	48,660	0,206	0,100	0,306	1,000	14,890	
O5x8	6,720	1,300	0,100	1,400	1,000	9,408	
2PÁS	34,035	0,194	0,100	0,294	0,333	3,332	
SDK PODKR.	42,540	0,363	0,100	0,463	0,438	8,627	
2DL ↓ (10°)	15,900	0,355		0,355	0,185	1,044	
2DL ↑ (20°)	19,500	0,373		0,373	-0,185	-1,346	
3LAM ↓ (20°)	42,290	0,516		0,516	-0,185	-4,037	
SDK 15	79,020	0,446		0,446	-0,185	-6,520	
SDK 15	4,000	0,446		0,446	-0,185	-0,330	
Dvi 2 x12	19,200	3,500		3,500	-0,185	-12,432	
	(θ _{int} -θ _e)	27,000				17,387	469,443

2.11. POKOJ Č.1

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	2,430	0,206	0,100	0,306	1,000	0,744	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
PRUJ	13,260	0,161	0,100	0,261	1,000	3,461	
2-PÁS	1,570	0,194	0,100	0,294	0,440	0,203	
SDK PODKR.	1,960	0,363	0,100	0,463	0,438	0,397	
SDK 10	7,220	0,590		0,590	-0,125	-0,532	
DVi1	1,400	3,500		3,500	-0,125	-0,613	
DVi2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
SDK 15	6,880	0,450		0,450	0,156	0,483	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				6,193	198,164

2.12. POKOJ Č.1 – KOUPELNA, WC

$$\theta_{\text{int,}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,300	0,206	0,100	0,306	1,000	1,010	
PRUJ	5,440	0,161	0,100	0,261	1,000	1,420	
2-PÁS	1,450	0,194	0,100	0,294	0,500	0,213	
SDK PODKROVÍ	3,890	0,363	0,100	0,463	0,500	0,901	
SDK 10	9,850	0,590		0,590	0,111	0,645	
DVi1	1,400	3,500		3,500	0,111	0,544	
	(θ _{int} -θ _e)	36,000				4,732	170,363

2.13. POKOJ Č.2

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,120	0,206	0,100	0,306	1,000	0,955	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
PRUJ	13,700	0,161	0,100	0,261	1,000	3,576	
2-PÁS	1,420	0,194	0,100	0,294	0,440	0,184	
SDK PODKROVÍ	1,780	0,363	0,100	0,463	0,438	0,361	
SDK 10	5,220	0,590		0,590	-0,125	-0,385	
SDK 15	8,880	0,450		0,450	0,156	0,623	
DVi1	1,400	3,500		3,500	-0,125	-0,613	
DVi2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				6,751	216,019

2.14. POKOJ Č.2 – KOUPELNA, WC

$$\theta_{\text{int,}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	4,120	0,206	0,100	0,306	1,000	1,261	
PRUJ	3,430	0,161	0,100	0,261	1,000	0,895	
2-PÁS	2,400	0,194	0,100	0,294	0,500	0,353	
SDK PODKROVÍ	3,250	0,363	0,100	0,463	0,500	0,752	
SDK 10	8,850	0,590		0,590	0,111	0,580	
DVi1	1,400	3,500		3,500	0,111	0,544	
	(θ _{int} -θ _e)	36,000				4,385	157,846

2.15. POKOJ Č.3

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	5,570	0,206	0,100	0,306	1,000	1,704	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
2-PÁS	1,440	0,194	0,100	0,294	0,440	0,186	
SDK PODKROVÍ	4,870	0,363	0,100	0,463	0,438	0,988	
2 LAM ↓	3,200	0,355		0,355	-0,185	-0,210	
SDK 10	4,620	0,590		0,590	-0,125	-0,341	
DVi1	1,400	3,500		3,500	-0,125	-0,613	
DVi2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
SDK 15	7,880	0,450		0,450	0,156	0,553	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				4,318	138,166

2.16. POKOJ Č.3 – KOUPELNA, WC

$$\theta_{\text{int,}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,900	0,206	0,100	0,306	1,000	1,193	
2-PÁS	2,300	0,194	0,100	0,294	0,500	0,338	
SDK PODKROVÍ	2,130	0,363	0,100	0,463	0,500	0,493	
2DL ↓	4,740	0,355		0,355	0,111	0,187	
SDK 10	9,617	0,590		0,590	0,111	0,630	
DVi1	1,400	3,500		3,500	0,111	0,544	
	(θ _{int} -θ _e)	36,000				3,385	121,863

2.17. POKOJ Č.4

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	5,570	0,206	0,100	0,306	1,000	1,704	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
2-PÁS	1,440	0,194	0,100	0,294	0,440	0,186	
SDK PODKROVÍ	4,870	0,363	0,100	0,463	0,438	0,988	
2 LAM ↓	3,200	0,355		0,355	-0,185	-0,210	
SDK 10	4,620	0,590		0,590	-0,125	-0,341	
DVi1	1,400	3,500		3,500	-0,125	-0,613	
DVi2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
SDK 15	7,880	0,450		0,450	0,156	0,553	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				4,318	138,166

2.18. POKOJ Č.4 – KOUPELNA, WC

$$\theta_{\text{int,}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,900	0,206	0,100	0,306	1,000	1,193	
2-PÁS	2,300	0,194	0,100	0,294	0,500	0,338	
SDK PODKROVÍ	2,130	0,363	0,100	0,463	0,500	0,493	
2DL ↓	4,740	0,355		0,355	0,111	0,187	
SDK 10	9,617	0,590		0,590	0,111	0,630	
DVi1	1,400	3,500		3,500	0,111	0,544	
	(θ _{int} -θ _e)	36,000				3,385	121,863

2.19,20. POKOJ Č.7

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	4,120	0,206	0,100	0,306	1,000	1,261	
O5x2	1,680	1,300	0,100	1,400	1,000	2,352	
2-PÁS	4,015	0,194	0,100	0,294	0,440	0,519	
SDK PODKROVÍ	5,910	0,363	0,100	0,463	0,438	1,199	
SDK 10	7,016	0,590		0,590	-0,125	-0,517	
DVi1	1,400	3,500		3,500	-0,125	-0,613	
DVi2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
SDK 15	7,880	0,450		0,450	0,156	0,553	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				5,627	180,079

2.21. POKOJ Č.7 – KOUPELNA, WC

$$\theta_{\text{int,}} = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,500	0,206	0,100	0,306	1,000	1,071	
2-PÁS	1,600	0,194	0,100	0,294	0,500	0,235	
SDK PODKROVÍ	2,500	0,363	0,100	0,463	0,500	0,579	
1-LAM ↓	3,560	3,500		3,500	0,111	1,383	
SDK 10	9,020	0,590		0,590	0,111	0,591	
DVi1	1,400	3,500		3,500	0,111	0,544	
	(θ _{int} -θ _e)	36,000				4,403	158,495

2.22. POKOJ Č.6

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,200	0,206	0,100	0,306	1,000	0,979	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
2-PÁS	1,440	0,194	0,100	0,294	0,440	0,186	
SDK PODKROVÍ	2,870	0,363	0,100	0,463	0,438	0,582	
SDK 10	5,620	0,590		0,590	-0,125	-0,414	
DVi1	1,400	3,500		3,500	-0,125	-0,613	
DVi2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
SDK 15	7,880	0,450		0,450	0,156	0,553	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				3,323	106,346

2.23. POKOJ Č.6 – KOUPELNA, WC

$$\theta_{\text{int,}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,900	0,206	0,100	0,306	1,000	1,193	
2-PÁS	2,300	0,194	0,100	0,294	0,500	0,338	
SDK PODKROVÍ	2,130	0,363	0,100	0,463	0,500	0,493	
2DL ↓	4,740	0,355		0,355	0,111	0,187	
SDK 10	9,617	0,590		0,590	0,111	0,630	
DVi1	1,400	3,500		3,500	0,111	0,544	
	(θ _{int} -θ _e)	36,000				3,385	121,863

2.24. POKOJ Č.5

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	5,570	0,206	0,100	0,306	1,000	1,704	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
2-PÁS	1,440	0,194	0,100	0,294	0,440	0,186	
SDK PODKROVÍ	4,870	0,363	0,100	0,463	0,438	0,988	
2 LAM ↓	3,200	0,355		0,355	-0,185	-0,210	
SDK 10	4,620	0,590		0,590	-0,125	-0,341	
DVi1	1,400	3,500		3,500	-0,125	-0,613	
DVi2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
SDK 15	7,880	0,450		0,450	0,156	0,553	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				4,318	138,166

2.25. POKOJ Č.5 – KOUPELNA, WC

$$\theta_{\text{int,}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,900	0,206	0,100	0,306	1,000	1,193	
2-PÁS	2,300	0,194	0,100	0,294	0,500	0,338	
SDK PODKROVÍ	2,130	0,363	0,100	0,463	0,500	0,493	
2DL ↓	4,740	0,355		0,355	0,111	0,187	
SDK 10	9,617	0,590		0,590	0,111	0,630	
DVi1	1,400	3,500		3,500	0,111	0,544	
	(θ _{int} -θ _e)	36,000				3,385	121,863

2.26. POKOJ Č.8 - ZÁDVEŘÍ

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
SDK 10	3,700	0,591		0,591	-0,125	-0,273	
SDK 15	3,100	0,450		0,450	0,156	0,218	
Dvi 2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				0,818	26,172

2.27. POKOJ Č.8

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	5,440	0,206	0,100	0,306	1,000	1,665	
O4	0,900	1,200	0,100	1,300	1,000	1,170	
O5x2	1,680	1,300	0,100	1,400	1,000	2,352	
SO2	8,360	0,209	0,100	0,309	1,000	2,583	
2-PÁS	3,600	0,194	0,100	0,294	0,440	0,466	
SDK PODKROVÍ	5,500	0,363	0,100	0,463	0,438	1,115	
SDK 10	2,490	0,590		0,590	-0,125	-0,184	
DVi1	1,400	3,500		3,500	-0,125	-0,613	
DVi2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				9,428	301,709

2.28. POKOJ Č.8 – KOUPELNA, WC

$$\theta_{\text{int,}} = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,940	0,206	0,100	0,306	1,000	1,206	
2 -PÁS	1,730	0,194	0,100	0,294	0,500	0,254	
SDK PODKROVÍ	3,160	0,363	0,100	0,463	0,500	0,732	
1-DL ↓	4,670	0,355		0,355	0,111	0,184	
SDK 10	7,940	0,590		0,590	0,111	0,520	
DVi1	1,400	3,500		3,500	0,111	0,544	
	(θ _{int} -θ _e)	36,000				3,439	123,818

2.29. POKOJ Č.9

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,610	0,206	0,100	0,306	1,000	1,105	
O4	0,900	1,200	0,100	1,300	1,000	1,170	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
SO2	7,860	0,209	0,100	0,309	1,000	2,429	
2-PÁS	2,030	0,194	0,100	0,294	0,440	0,263	
SDK PODKROVÍ	3,540	0,363	0,100	0,463	0,438	0,718	
SDK 10	5,660	0,590		0,590	-0,125	-0,417	
DVi1	1,400	3,500		3,500	-0,125	-0,613	
DVi2	1,600	3,500		3,500	0,156	0,874	
1LAM ↓	10,720	0,346		0,346	0,156	0,579	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				7,282	233,030

2.30. POKOJ Č.9 – KOUPELNA, WC

$$\theta_{\text{int,}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,890	0,206	0,100	0,306	1,000	1,190	
2-PÁS	1,700	0,194	0,100	0,294	0,500	0,250	
SDK PODKROVÍ	3,130	0,363	0,100	0,463	0,500	0,725	
1LAM ↓	7,660	0,346		0,346	0,111	0,294	
SDK 10	5,330	0,591		0,591	0,111	0,350	
DVi1	1,400	3,500		3,500	0,111	0,544	
SDK 15	6,020	0,450		0,450	0,250	0,677	
	(θ _{int} -θ _e)	36,000				4,030	145,074

3NP

3.1. POKOJ Č.10

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	HT (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	29,700	0,206	0,100	0,306	1,000	9,088	
SO2	7,040	0,209	0,100	0,309	1,000	2,175	
2xO5	1,680	1,300	0,100	1,400	1,000	2,352	
PODHLÉD	23,000	0,178	0,100	0,278	0,812	5,192	
SDK PODKR.	24,200	0,363	0,100	0,463	0,438	4,908	
2LAM ↓	22,670	0,516		0,516	0,156	1,825	
SDK 10	5,660	0,590		0,590	-0,125	-0,417	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				25,123	803,921

3.2. POKOJ Č.9 – KOUPELNA, WC

$$\theta_{\text{int,}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	3,520	0,206	0,100	0,306	1,000	1,077	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
PODHLÉD	2,500	0,178	0,100	0,278	0,833	0,579	
SDK PODKROVÍ	3,890	0,363	0,100	0,463	0,500	0,901	
2LAM ↓	6,170	0,528		0,528	0,111	0,362	
SDK 10	13,250	0,591		0,591	0,111	0,869	
DVÍ1	1,400	3,500		3,500	0,111	0,544	
	(θ _{int} -θ _e)	36,000				5,507	198,263

3.3. POKOJ

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	9,220	0,206	0,100	0,306	1,000	2,821	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
PODHLÉD	6,360	0,178	0,100	0,278	0,812	1,436	
SDK PODKROVÍ	6,780	0,363	0,100	0,463	0,438	1,375	
SDK 10	3,510	0,590		0,590	-0,125	-0,259	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				6,549	209,571

3.4. POKOJ

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	11,730	0,206	0,100	0,306	1,000	3,589	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
PODHLÉD	7,420	0,178	0,100	0,278	0,812	1,675	
SDK PODKROVÍ	7,910	0,363	0,100	0,463	0,438	1,604	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				8,044	257,422

3.5. POKOJ

$$\theta_{\text{int,}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	11,730	0,206	0,100	0,306	1,000	3,589	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
PODHLÉD	7,420	0,178	0,100	0,278	0,812	1,675	
SDK PODKROVÍ	7,910	0,363	0,100	0,463	0,438	1,604	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				8,044	257,422

3.6. POKOJ

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	9,220	0,206	0,100	0,306	1,000	2,821	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
PODHLÉD	6,360	0,178	0,100	0,278	0,812	1,436	
SDK PODKROVÍ	7,780	0,363	0,100	0,463	0,438	1,578	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				7,011	224,344

3.7. POKOJ

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	9,230	0,206	0,100	0,306	1,000	2,824	
O5	0,840	1,300	0,100	1,400	1,000	1,176	
PODHLÉD	7,500	0,178	0,100	0,278	0,812	1,693	
SDK PODKROVÍ	8,460	0,363	0,100	0,463	0,438	1,716	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				7,409	237,089

3.8. POKOJ

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	15,120	0,206	0,100	0,306	1,000	4,627	
O5x2	1,680	1,300	0,100	1,400	1,000	2,352	
PODHLÉD	10,400	0,178	0,100	0,278	0,812	2,348	
SDK PODKROVÍ	11,070	0,363	0,100	0,463	0,438	2,245	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				11,571	370,282

3.9. POKOJ

$$\theta_{\text{int,}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	15,120	0,206	0,100	0,306	1,000	4,627	
O5x2	1,680	1,300	0,100	1,400	1,000	2,352	
PODHLÉD	10,400	0,178	0,100	0,278	0,812	2,348	
SDK PODKROVÍ	11,070	0,363	0,100	0,463	0,438	2,245	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				11,571	370,282

3.10. POKOJ

$$\theta_{\text{int}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

KCE	A (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU(W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	SOUČ	H _T (W/K)	Φ _{Ti} (W)
STŘ	11,300	0,206	0,100	0,306	1,000	3,458	
SO2	6,140	0,209	0,100	0,309	1,000	1,897	
O4	0,900	1,200	0,100	1,300	1,000	1,170	
PODHLÉD	8,500	0,178	0,100	0,278	0,812	1,919	
SDK PODKROVÍ	9,700	0,363	0,100	0,463	0,438	1,967	
	(θ _{int} -θ _e)	32,000				10,411	333,149

B.2.2.2. Tepelná ztráta větráním

$\phi_{V,i}$ **TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM (W, kW)**

$$\phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \quad (14)$$

kde $\theta_{\text{int},i}$ je teplota vnitřního prostředí daného prostoru (°C)

θ_e je výpočtová teplota exteriéru (°C)

$H_{V,i}$ je měrná ztráta větráním (W/K)

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c = V_i \cdot 0,34 \quad (15)$$

kde $V_i = \max \{ V_{\text{inf},i} ; V_{\text{min},i} \}$

$V_{\text{min},i}$ je nejmenší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů (m³/h)

$V_{\text{inf},i}$ je množství vzduchu přiváděné do místností infiltrací způsobené vztlakem na plášť budovy (m³/h)

$$V_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V \quad (16)$$

kde n_{min} je minimální intenzita vytápění místnosti (m³)

dle ČSN EN 12 831 [19]

$n_{\text{min}} = 0,3/\text{h}$ chodby, schodiště, sklady

$n_{\text{min}} = 0,4/\text{h}$ šatny, průchozí místnosti

$n_{\text{min}} = 0,5/\text{h}$ pobytové místnosti – pokoje

$V_{\text{min},i}$ je minimální dávka vzduchu na osobu nebo zařizovací předmět dle normy [19]

$V_{\text{min}} = 25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{os.}$ shromažďovací prostory – jídelna, salónek, bar

$V_{\min} = 50 \text{ m}^3/\text{h}$	WC
$V_{\min} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$	umyvadlo
$V_{\min} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$	pisoár
$V_{\min} = 90 \text{ m}^3/\text{h}$	koupelna

$$V_{\text{inf},i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad (17)$$

kde V_m je objem místnosti

n_{50} je hodnota intenzity větrání při rozdílu tlaku 50Pa, doporučená hodnota pro přirozené větrání je $V_m = 4,5/\text{h}$

e_i je stínící součinitel, pro průměrně chráněné okna jsou hodnoty:

$e_i = 0,00$ bez oken

$e_i = 0,02$ jedno okno

$e_i = 0,03$ více než dvě okna

ε_i je korekční součinitel na výšku od úrovně terénu, pro výšku < 10 m je hodnota $\varepsilon_i = 1,0$

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

Č.M.	MÍSTNOST	V_m (m ³ /h)	n_{\min}	$V_{\min,i}$ (m ³ /h)	e	$V_{\text{inf},i}$ (m ³ /h)	V_i (m ³ /h)	H_{vi} (W/K)	Δt (°C)	ϕ_{vi} (W)
1NP										
1.2.	RECEPCE	69,54	0,4	27,8	0,02	12,5	27,8	9,5	32,0	302,64
1.3.	WC-CHODBA	1,35	0,3	0,4	0,00	0,0	0,4	0,1	0,0	0,00
1.4.	WC-Ž-UM.	12,48		30,0	0,00	0,0	30,0	10,2	0,0	0,00
1.5,6,7	WC-Ž	20,16		100,0	0,02	3,6	100,0	34,0	27,0	918,00
1.8.	WC-M-UM.	4,32		30,0	0,00	0,0	30,0	10,2	0,0	0,00
1.9,10	WC-M-(2x pis.)	12,24		100,0	0,00	0,0	100,0	34,0	27,0	918,00
1.11.	ÚKLID	4,86		50,0	0,00	0,0	50,0	17,0	0,0	0,00
1.12.	WC-INVALIDÉ	8,64		80,0	0,00	0,0	80,0	27,2	0,0	0,00
1.13.	JÍDELNA- 50 OS.	221,73	25,0	1250,0	0,03	59,9	1250,0	425,0	32,0	13600,00
1.14.	SPOJ.CH.-4OS.	27,03		100,0	0,02	4,9	100,0	34,0	32,0	1088,00
1.15.	SALÓN-12 OS.	68,16	25,0	300,0	0,03	18,4	300,0	102,0	32,0	3264,00
1.16.	GRIL	20,76	1,5	31,1	0,00	0,0	31,1	10,6	0,0	0,00
1.17.	BAR - 4 OS.	41,82	25,0	100,0	0,02	7,5	100,0	34,0	32,0	1088,00
1.18.	CH. ZA BAREM	6,69	0,4	2,7	0,00	0,0	2,7	0,9	0,0	0,00
1.19.	SKLAD	25,50	0,3	7,7	0,02	4,6	7,7	2,6	27,0	70,23
1.20.	ŠATNA	19,59	0,4	7,8	0,02	3,5	7,8	2,7	32,0	85,26
1.21.	WC ZAM.	3,45		80,0	0,00	0,0	80,0	27,2	0,0	0,00
1.22,23	WC VNĚJŠÍ	14,76		110,0	0,02	2,7	110,0	37,4	27,0	1009,80
1.24.	KOTELNA	63,75	1,5	95,6	0,03	17,2	95,6	32,5	22,0	715,28
1.25.	SKLAD PALIVA	146,94	0,3	44,1	0,03	39,7	44,1	15,0	22,0	329,73

Č.M.	MÍSTNOST	V _m (m3/h)	n _{min}	V _{min,i} (m3/h)	e	V _{inf,i} (m3/h)	V _i (m3/h)	H _{vi} (W/K)	Δt (°C)	φ _{vi} (W)
2NP										
2.01.	SCHODIŠTĚ	51,00	0,3	15,3	0,00	0,0	15,3	5,2	27,0	140,45
2.02.	PRÁDELNA	38,30	0,5	19,1	0,02	6,9	19,1	6,5	27,0	175,78
2.03.	SKLAD PRÁD.	14,44	0,3	4,3	0,00	0,0	4,3	1,5	0,0	0,00
2.04.	ÚKLID	9,38		50,0	0,00	0,0	50,0	17,0	0,0	0,00
2.05.	SCHOD.P. Č.10	15,49	0,4	6,2	0,02	2,8	6,2	2,1	32,0	67,41
2.06.	RECEPCE	11,44	0,5	5,7	0,00	0,0	5,7	1,9	5,0	9,72
2.07.	ŠATNA	10,25		30,0	0,00	0,0	30,0	10,2	5,0	51,00
2.08.+09	WC ZAM.	6,62		80,0	0,02	1,2	80,0	27,2	27,0	734,40
2.10.	CHODBA	198,70	0,3	59,6	0,03	53,6	59,6	20,3	27,0	547,22
2.11.	POKOJ Č.1	32,96		90,0	0,02	5,9	90,0	30,6	32,0	979,20
2.12.	KOUP., WC	7,85		90,0	0,00	0,0	90,0	30,6	4,0	122,40
2.13.	POKOJ Č.2	34,29		90,0	0,02	6,2	90,0	30,6	32,0	979,20
2.14.	KOUP., WC	7,59		90,0	0,00	0,0	90,0	30,6	4,0	122,40
2.15.	POKOJ Č.3	34,15		90,0	0,02	6,1	90,0	30,6	32,0	979,20
2.16.	KOUP., WC	7,68		90,0	0,00	0,0	90,0	30,6	4,0	122,40
2.17.	POKOJ Č.4	33,05		90,0	0,02	5,9	90,0	30,6	32,0	979,20
2.18.	KOUP., WC	7,68		90,0	0,00	0,0	90,0	30,6	4,0	122,40
2.19.+20.	POKOJ Č.5	53,64		90,0	0,03	14,5	90,0	30,6	32,0	979,20
2.21.	KOUP., WC	8,06		90,0	0,00	0,0	90,0	30,6	4,0	122,40
2.22.	POKOJ Č.6	34,69		90,0	0,02	6,2	90,0	30,6	32,0	979,20
2.23.	KOUP., WC	7,66		90,0	0,00	0,0	90,0	30,6	4,0	122,40
2.24.	POKOJ Č.7	32,97		90,0	0,02	5,9	90,0	30,6	32,0	979,20
2.25.	KOUP., WC	7,66		90,0	0,00	0,0	90,0	30,6	4,0	122,40
2.26.	POKOJ Č.8	8,71	0,4	3,5	0,02	1,6	3,5	1,2	32,0	37,92
2.27.	POKOJ Č.8	32,94		90,0	0,03	8,9	90,0	30,6	32,0	979,20
2.28.	KOUP., WC	8,26		90,0	0,00	0,0	90,0	30,6	4,0	122,40
2.29.	POKOJ Č.9	26,17		90,0	0,03	7,1	90,0	30,6	32,0	979,20
2.30.	KOUP., WC	7,40		90,0	0,00	0,0	90,0	30,6	4,0	122,40

3NP										
3.1.	POKOJ	74,20		50,0	0,03	20,0	50,0	17,0	32,0	544,00
3.2.	KOUP., WC	8,72		90,0	0,02	1,6	90,0	30,6	36,0	1101,60
3.3.	POKOJ	24,60		50,0	0,02	4,4	50,0	17,0	32,0	544,00
3.4.	GALERIE	28,28		25,0	0,02	5,1	25,0	8,5	32,0	272,00
3.5.	GALERIE	28,28		25,0	0,02	5,1	25,0	8,5	32,0	272,00
3.6.	POKOJ	24,02		50,0	0,02	4,3	50,0	17,0	32,0	544,00
3.7.	POKOJ	27,35		50,0	0,02	4,9	50,0	17,0	32,0	544,00
3.8.	GALERIE	39,57		50,0	0,03	10,7	50,0	17,0	32,0	544,00
3.9.	GALERIE	40,73		50,0	0,03	11,0	50,0	17,0	32,0	544,00
3.10.	POKOJ	33,07		50,0	0,02	6,0	50,0	17,0	32,0	544,00

B.2.2.3. Rekapitulace tepelných ztrát

Č.M.	MÍSTNOST	PROSTUPEM	VĚTRÁNÍM	CELKEM
1NP		ϕ_{Ti} (W)	ϕ_{Vi} (W)	ϕ_i (W)
1.2.	RECEPCE	1 661,657	302,638	1 964,295
1.3.	WC-CHODBA	-0,713	0,000	-0,713
1.4.	WC-Ž-UMYVADLO	1,448	0,000	1,448
1.5,6,7	WC-Ž	339,355	918,000	1 257,355
1.8.	WC-M-UMYVADLO	40,108	0,000	40,108
1.9,10	WC-M	308,274	918,000	1 226,274
1.11.	ÚKLID	-4,810	0,000	-4,810
1.12.	WC-INVALIDÉ	-36,298	0,000	-36,298
1.13.	JÍDELNA- 50 OSOB	3 307,495	13 600,000	16 907,495
1.14.	SPOJ.CHODBA-4OS.	720,965	1 088,000	1 808,965
1.15.	SALÓNEK - 12 OSOB	2 094,381	3 264,000	5 358,381
1.16.	GRIL	52,350	0,000	52,350
1.17.	BAR - 4 OSOBY	731,765	1 088,000	1 819,765
1.18.	CHODBA ZA BAREM	84,684	0,000	84,684
1.19.	SKLAD	263,063	70,227	333,290
1.20.	ŠATNA	786,217	85,256	871,472
1.21.	WC ZAMĚSTNANCI	199,335	0,000	199,335
1.22,23	WC VNĚJŠÍ	255,853	1 009,800	1 265,653
1.24.	KOTELNA	655,020	715,275	1 370,295
1.25.	SKLAD PALIVA	2 045,669	329,733	2 375,402
2NP		ϕ_{Ti} (W)	ϕ_{Vi} (W)	ϕ_i (W)
2.01.	SCHODIŠTĚ	60,314	140,454	200,768
2.02.	PRÁDELNA	155,357	175,781	331,138
2.03.	SKLAD ČIST. PRÁD.	129,816	0,000	129,816
2.04.	ÚKLID	52,759	0,000	52,759
2.05.	SCHOD.POK. Č.10	241,048	67,405	308,453
2.06.	RECEPCE	150,973	9,721	160,694
2.07.	ŠATNA	41,889	51,000	92,889
2.08.+2.09	WC ZAMĚSTNANCI	57,896	734,400	792,296
2.10.	CHODBA	469,443	547,216	1 016,659
2.11.	POKOJ Č.1	198,164	979,200	1 177,364
2.12.	KOUPELNA, WC	170,363	122,400	292,763
2.13.	POKOJ Č.2	216,019	979,200	1 195,219
2.14.	KOUPELNA, WC	157,846	122,400	280,246
2.15.	POKOJ Č.3	138,166	979,200	1 117,366
2.16.	KOUPELNA, WC	121,863	122,400	244,263
2.17.	POKOJ Č.4	138,166	979,200	1 117,366
2.18.	KOUPELNA, WC	121,863	122,400	244,263
2.19.+2.20.	POKOJ Č.5	180,079	979,200	1 159,279
2.21.	KOUPELNA, WC	158,495	122,400	280,895

2.22.	POKOJ Č.6	106,346	979,200	1 085,546
2.23.	KOUPELNA, WC	121,863	122,400	244,263
2.24.	POKOJ Č.7	138,166	979,200	1 117,366
2.25.	KOUPELNA, WC	121,863	122,400	244,263
2.26.	POKOJ Č.8	26,172	37,916	64,088
2.27.	POKOJ Č.8	301,709	979,200	1 280,909
2.28.	KOUPELNA, WC	123,818	122,400	246,218
2.29.	POKOJ Č.9	233,030	979,200	1 212,230
2.30.	KOUPELNA, WC	145,074	122,400	267,474
3NP		$\Phi_{Ti} (W)$	$\Phi_{Vi} (W)$	$\Phi_i (W)$
3.1.	POKOJ	803,921	544,000	1 347,921
3.2.	KOUPELNA, WC	198,263	1 101,600	1 299,863
3.3.	POKOJ	209,571	544,000	753,571
3.4.	GALERIE	257,422	272,000	529,422
3.5.	GALERIE	257,422	272,000	529,422
3.6.	POKOJ	224,344	544,000	768,344
3.7.	POKOJ	237,089	544,000	781,089
3.8.	GALERIE	370,282	544,000	914,282
3.9.	GALERIE	370,282	544,000	914,282
3.10.	POKOJ	333,149	544,000	877,149
	CELKEM	21 046,122	40 520,822	61 566,944

Tepelná ztráta prostupem $\Phi_T = 21,046 \text{ kW}$

Tepelná ztráta větráním $\Phi_V = 40,521 \text{ kW}$

Tepelný výkon **$\Phi = 61,567 \text{ kW}$**

B.3. Návrh otopných těles

B.3.1. Typ otopné plochy

Jako otopná tělesa jsem vybrala desková tělesa se spodním připojením pro všechny prostory, kromě koupelen. Tělesa jsou od firmy KORADO, systém Radik, výrobní řada Klasik VK a VKU. Typ VK je klasické provedení ventil-kompakt se spodním, pravým připojením. Typ VKU je univerzální a může být použito jak pro pravé připojení, tak pro levé.

Tělesa mají integrovanou vložku s přednastavením průtoku, odvzdušňovací a zaslepovací zátku a bude na něj nainstalována termostatická hlavice. Spodní připojení se provede pomocí uzavíracího H-šroubení.

Otopná tělesa do koupelen jsem volila jako trubková, opět od firmy KORADO, systém Koralux, řada Rondo max. Připojení je „spodní zdola dolů“ rohovým radiátorovým ventilem firmy Heimeier V-exakt s přednastavením ventilu. Součástí tělesa je odvzdušňovací a zaslepovací zátka.

Teplotní spád je zvolen 70/55 °C.

B.3.2. Velikost otopné plochy

Pro danou místnost musí platit

$$\phi_{Vi} \leq Q_{OT,skut} \quad (18)$$

kde ϕ_{Vi} je tepelná ztráta místnosti (W)

$Q_{OT,skut}$ je skutečný výkon otopného tělesa, případně součet výkonů (W)

Přepočet skutečného výkonu

Při jiných parametrech prostoru, než udává výrobce, je nutný přepočet na skutečný výkon.

Rozdílový ukazatel (-)

$$c = \frac{(t_{w2} - t_i)}{(t_{w1} - t_i)} \quad (19)$$

kde $t_{w1}/t_{w2} = 70/55$ °C je teplotní spád otopné vody

t_i je teplota interiéru s teplotou $\neq 20$ °C

t_i (°C)	10	15	24
c	0,727	0,75	0,674

Pokud je $c \geq 0,7$, použije se pro přepočet výkonu vztah (pro teploty místnosti s teplotou 10°C a 15°C):

$$Q_T = Q_n \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_n} \right)^n \quad (20)$$

kde Q_n je tepelný výkon otopného tělesa daný výrobcem (W)

Δt je teplotní rozdíl změřených parametrů (°C)

Δt_n je teplotní rozdíl parametrů daných výrobcem (°C)

n je teplotní exponent určený experimentálně (pro desková OT jsme určili n=1,3)

$$\Delta t = \frac{(t_{w1} + t_{w2})}{2} - t_i \quad (21)$$

kde t_{w1}/t_{w2} je teplotní spád otopné vody

t_i je teplota dané místnosti

Pokud je $c < 0,7$, použije se pro přepočet výkonu vztah (pro místnosti s teplotou 24°C):

$$Q_T = Q_n \left(\frac{\Delta t_{ln}}{\Delta t_{ln,n}} \right)^n \quad (22)$$

kde Q_n je tepelný výkon otopného tělesa daný výrobcem (W)

Δt_{ln} je logaritmický teplotní rozdíl změřených parametrů (°C)

$\Delta t_{ln,n}$ je logaritmický teplotní rozdíl parametrů daných výrobcem (°C)

n je teplotní exponent určený experimentálně (pro desková OT jsme určili n=1,3)

$$\Delta t_{ln} = \frac{(t_{w1} - t_{w2})}{\ln \left[\frac{(t_{w1} - t_i)}{(t_{w2} - t_i)} \right]} \quad (23)$$

Skutečný tepelný výkon tělesa (W)

$$Q_{Tskut} = Q_T \cdot \varphi \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \quad (24)$$

kde Q_T je výkon tělesa pro návrhové podmínky (W)

φ je součinitel způsobu připojení těles (-)

pro spodní připojení $\varphi = 1,0$

z_1 je součinitel úpravy okolí

bez zákrytu $z_1 = 1,0$

z_2 je součinitel počtu článků

desková tělesa $z_2 = 1,0$

z_3 je součinitel umístění tělesa v místnosti

pod oknem $z_3 = 1,0$

přilehlá stěna $z_3 = 0,95$

protější stěna $z_3 = 0,9$

Na vržená otopná tělesa

Č.M.	MÍSTNOST	ϕ i (W)	TYP	dl./v (mm)	výkon (W)	skutečný výkon (W)	celkem
1NP							
11.IV	RECEPCE	1964,30	33 VK	1100/600	2128,00	2128,00	2128,00
1.3.	WC-CHODBA	-0,71					
1.4.	WC-Ž-UMYVADLO	1,45					
1.5,6,7	WC-Ž	1257,36	33 VK	700/600	1160,00	1340,96	1340,96
1.8.	WC-M-UMYVADLO	40,11					
1.9,10	WC-M	1226,27	33 VK	700/600	1160,00	1340,96	1340,96
1.11.	ÚKLID	-4,81					
1.12.	WC-INVALIDÉ	-36,30					
1.13.	JÍDELNA- 50 OSOB	16907,49	33 VK	1200/600	2320,00	2320,00	17281,00
			33 VK	1200/600	2320,00	2320,00	
			33 VK	1200/600	2320,00	2320,00	
			33 VK	1200/600	2320,00	2320,00	
			33 VK	1400/900	3734,00	3734,00	
			33 VK	1600/900	4267,00	4267,00	
1.14.	SPOJ.CHODBA-4OS.	1808,97	33 VK	1000/600	1934,00	1934,00	1934,00
1.15.	SALÓNEK - 12 OSOB	5358,38	33 VK	1200/600	2320,00	2320,00	5415,00
			33 VK	700/600	1354,00	1354,00	
			33 VK	900/600	1741,00	1741,00	
1.16.	GRIL	52,35					
1.17.	BAR - 4 OSOBY	1819,77	33 VK	800/900	2134,00	2134,00	2134,00
1.18.	CHODBA ZA BAREM	84,68					
1.19.	SKLAD	333,29	10 VK	700/500	291,00	336,40	336,40
1.20.	ŠATNA	871,47	21 VK	900/600	934,00	934,00	934,00
1.21.	WC ZAMĚSTNANCI	199,34	10 VK	500/500	208,00	240,45	240,45
1.22,23	WC VNĚJŠÍ	1265,65	22 VK	600/900	1113,00	1286,63	1286,63
1.24.	KOTELNA	1370,30	33 VK	600/600	1160,00	1526,56	1526,56
1.25.	SKLAD PALIVA	2375,40	22 VK	700/600	946,00	1244,94	2489,87
			22 VK	700/600	946,00	1244,94	
2.01.	SCHODIŠTĚ	200,77	10 VK	500/600	245,00	283,22	283,22
2.02.	PRÁDELNA	331,14	11 VK	500/500	347,00	401,13	401,13
2.03.	SKLAD ČIST. PRÁD.	129,82	10 VK	500/600	245,00	283,22	283,22
2.04.	ÚKLID	52,76					
2.05.	SCHOD.POK. Č.10	308,45	11 VK	400/600	324,00	324,00	324,00
2.06.	RECEPCE	160,69	10 VK	500/600	245,00	245,00	245,00
2.07.	ŠATNA	92,89	10 VK	500/600	245,00	245,00	245,00
2.08.+2.09	WC ZAMĚSTNANCI	792,30	21 VK	700/600	726,00	839,26	839,26
2.10.	CHODBA	1016,66	10 VK	500/600	245,00	283,22	1132,88
			10 VK	500/600	245,00	283,22	
			10 VK	500/600	245,00	283,22	
			10 VK	500/600	245,00	283,22	
2.11.	POKOJ Č.1	1177,36	22 VK	900/600	1216,00	1216,00	1216,00

2.12.	KOUPELNA, WC	292,76	KRM 900.450	450/900	309,00	309,00	309,00
2.13.	POKOJ Č.2	1195,22	22 VK	900/600	1216,00	1216,00	1216,00
2.14.	KOUPELNA, WC	280,25	KRM 900.450	450/900	309,00	309,00	309,00
2.15.	POKOJ Č.3	1117,37	22 VK	900/600	1216,00	1216,00	1216,00
2.16.	KOUPELNA, WC	244,26	KRM 900.450	450/900	309,00	309,00	309,00
2.17.	POKOJ Č.4	1117,37	22 VK	900/600	1216,00	1216,00	1216,00
2.18.	KOUPELNA, WC	244,26	KRM 900.450	450/900	309,00	309,00	309,00
2.19.+2.20.	POKOJ Č.5	1159,28	22 VK	900/600	1216,00	1216,00	1216,00
2.21.	KOUPELNA, WC	280,89	KRM 900.450	450/900	309,00	309,00	309,00
2.22.	POKOJ Č.6	1085,55	22 VK	900/600	1216,00	1216,00	1216,00
2.23.	KOUPELNA, WC	244,26	KRM 900.450	450/900	309,00	309,00	309,00
2.24.	POKOJ Č.7	1117,37	22 VK	900/600	1216,00	1216,00	1216,00
2.25.	KOUPELNA, WC	244,26	KRM 900.450	450/900	309,00	309,00	309,00
2.26.	POKOJ Č.8	64,09					
2.27.	POKOJ Č.8	1280,91	33 VK	800/600	1547,00	1547,00	1547,00
2.28.	KOUPELNA, WC	246,22	KRM 900.450	450/900	309,00	309,00	309,00
2.29.	POKOJ Č.9	1212,23	22 VK	900/600	1216,00	1216,00	1216,00
2.30.	KOUPELNA, WC	267,47	KRM 900.450	450/900	309,00	309,00	309,00
3.1.	POKOJ	1347,92	21 VK	700/600	726,00	726,00	1452,00
			21 VK	700/600	726,00	726,00	
3.2.	KOUPELNA, WC	1299,86	22 VK	800/900	1484,00	1301,47	1301,47
3.3.	POKOJ	753,57	22 VK	600/600	811,00		811,00
3.4.	GALERIE	529,42	21 VK	600/500	540,00		540,00
3.5.	GALERIE	529,42	21 VK	600/500	540,00		540,00
3.6.	POKOJ	768,34	22 VK	600/600	811,00		811,00
3.7.	POKOJ	781,09	22 VK	600/600	811,00		811,00
3.8.	GALERIE	914,28	11 VK	600/600	486,00		972,00
			11 VK	600/600	486,00		
3.9.	GALERIE	914,28	11 VK	600/600	486,00		972,00
			11 VK	600/600	486,00		
3.10.	POKOJ	877,15	21 VK	900/600	934,00		934,00
	CELKEM	61566,94					65342,00

B.3.3. Rekapitulace navržených těles v souladu s výkresovou dokumentací

č.OT	Ozn.tělesa	výkon (W)	místnost
1	33 VK 900/800	2134,00	117
2	10 VK 500/500	241,00	121
3	21 VK 600/900	934,00	120
4	33 VK 600/900	336,00	119
5	33 VK 600/900	1741,00	115
6	33 VK 600/700	1354,00	115
7	33 VK 600/1200	2320,00	115
8	33 VK 600/100	1934,00	114
9	33 VK 900/1400	3734,00	113
10	33 VK 600/1200	2320,00	113
11	33VK 600/1200	2320,00	102
12	33 VK 900/1600	4267,00	113
13	10 VK 600/500	283,00	210
14	33 VK 600/1100	2128,00	102
15	33 VKU 600/1200	2320,00	113
16	33 VK 600/1200	2320,00	113
17	22 VKU 600/900	1216,00	211
18	KRM 900.450	309,00	212
19	KRM 900.450	309,00	214
20	22 VK 600/900	1216,00	213
21	22 VKU 600/900	1216,00	215
22	KRM 900.450	309,00	216
23	KRM 900.450	309,00	218
24	22 VK 600/900	1216,00	217
25	22 VK 600/900	1216,00	220
26	KRM 900.450	309,00	221
27	KRM 900.450	309,00	223
28	22 VK 600/900	1216,00	222
29	22 VKU 600/900	1216,00	224
30	KRM 900.450	309,00	225
31	KRM 900.450	309,00	228
32	33 VK 600/800	1216,00	227
33	22 VK 600/900	1216,00	229
34	KRM 900.450	309,00	230
35	10 VK 600/500	283,00	210
36	10 VK 600/500	283,00	210
37	21 VK 600/900	934,00	310
38	11 VK 600/600	486,00	309
39	11 VK 600/600	486,00	309

40	11 VK 600/600	486,00	308
41	11 VK 600/600	486,00	308
42	22 VK 600/600	811,00	307
43	22 VK 600/600	811,00	306
44	21 VK 600/500	540,00	305
45	21 VK 600/500	540,00	304
46	22 VK 600/600	811,00	303
47	22 VK 800/900	1302,00	302
48	21 VKU 600/700	726,00	301
49	21 VK 600/700	726,00	301
50	10 VK 600/500	245,00	206
51	10 VK 600/500	245,00	207
52	10 VK 600/500	283,00	201
53	21 VK 600/700	840,00	209
54	11 VK 500/500	401,00	202
55	10 VK 600/500	283,00	203
56	11 VK 600/400	324,00	205
57	10 VK 600/500	283,00	210
58	22 VK 900/600	1287,00	122
59	22 VK 600/700	1341,00	107
60	22 VK 600/700	1341,00	110
61	22 VK 600/700	1245,00	125
62	22 VK 600/700	1245,00	125

B.4. Potřeba teplé vody

B.4.1. Vstupní údaje

Část penzionu – maximálně 25 lůžek

Část společenských místností – restaurace bez přípravy jídel – maximálně 70 osob

Plocha pro úklid – 750 m²

B.4.2. Potřeba teplé vody

Dle ČSN 06 0320 [18]:

V_{2P} spotřeba teplé vody v dané periodě (m³ . per⁻¹)

Hotel (vany) 0,1 m³ . per⁻¹ 25.0,1 = 2,5

Výdej jídel 0,001 m³ . per⁻¹ 70.0,001 = 0,07

Úklid / 100m² podl.plochy 0,02 m³ . per⁻¹ 7,5.0,02 = 0,15

Celkem denní spotřeba vody $V_{2P} = \underline{\underline{2,72 \text{ m}^3}}$

Teplo odebrané z ohříváče

$$Q_{2T} = c \cdot V_{2P} \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1) \quad (25)$$

kde c je měrná tepelná kapacita vody (kWh/m³K)
 V_{2P} spotřeba teplé vody v dané periodě (m³ · per⁻¹)
 ϑ_1 teplota studené vody (°C)
 ϑ_2 teplota teplé vody (°C)

$$Q_{2T} = 1,163 \cdot 2,72 \cdot (55-10) = \underline{\underline{142,351 \text{ kWh}}}$$

Teplo ztracené

$$Q_{2Z} = Q_{2T} \cdot z \quad (26)$$

kde Q_{2T} je teplo odebrané
 z poměrná ztráta teplé vody při distribuci

$$Q_{2Z} = 142,351 \cdot 0,5 = \underline{\underline{71,176 \text{ kWh}}}$$

Potřeba tepla celkem dodaného ohříváčem

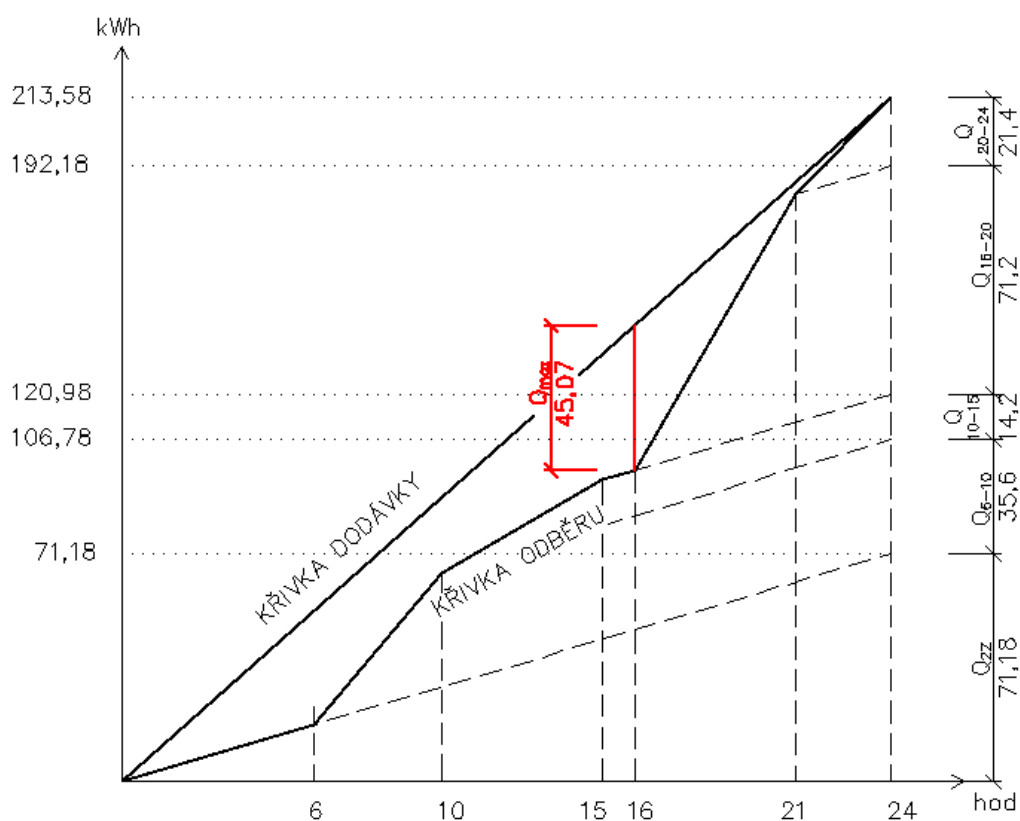
$$Q_{2P} = Q_{2T} + Q_{2Z} \quad (27)$$

$$Q_{2P} = 142,351 + 71,176 = \underline{\underline{213,527 \text{ kWh}}}$$

Množství odebrané vody v dané době:

odběr v době	%	%/100	teplo odebrané	teplo celkem
6:00 - 10:00	25%	0,25	35,59	53,38
10:00 - 15:00	10%	0,1	14,24	21,35
16:00 - 20:00	50%	0,5	71,18	106,76
20:00 - 24:00	15%	0,15	21,35	32,03

Odběrová křivka



$$\Delta Q_{\max} = 45,07 \text{ kWh}$$

B.4.3. Návrh zásobníkového ohříváče

Velikost zásobníku (m^3)

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot \Delta t} \quad (28)$$

kde ΔQ_{\max} je maximální teplotní rozdíl mezi odběrem a dodávkou tepla

c je měrná tepelná kapacita ($\text{kWh}/\text{m}^3\text{K}$)

Δt je rozdíl teplot mezi studenou a teplou vodou

$$V_z = \frac{45,07}{1,163 \cdot (55 - 10)} = \underline{\underline{0,861 \text{ m}^3}}$$

Jmenovitý tepelný výkon ohřevu (kW)

$$\phi_{1N} = \left(\frac{Q_{2p}}{t} \right)_{\max} \quad (29)$$

kde Q_{2p} je potřeba tepla celkem dodaného ohříváčem

t je čas provozu

$$\Phi_{1N} = \frac{213,527}{24} = \underline{\underline{8,897 \text{ kW}}}$$

Minimální plocha výměníku (m^2)

$$A = \frac{\Phi_{1N} \cdot 10^3}{(U \cdot \Delta t)} \quad (30)$$

kde Φ_{1N} je jmenovitý tepelný výkon ohřevu

U je součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy (voda cca $422 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Δt je rozdíl teplot ($^{\circ}\text{C}$)

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1} \right)} \quad (31)$$

kde T_1 je teplota topné vody na vstupu do výměníku ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 je teplota topné vody na výstupu z výměníku ($^{\circ}\text{C}$)

t_1 je teplota zahřívání, studené, vody na vstupu do zásobníku ($^{\circ}\text{C}$)

t_2 je teplota zahřívání, teplé, vody na výstupu ze zásobníku ($^{\circ}\text{C}$)

$$\Delta t = \frac{(80 - 55) - (55 - 10)}{\ln \left(\frac{80 - 55}{55 - 10} \right)} = \underline{\underline{34,026 \text{ } ^{\circ}\text{C}}}$$

$$A = \frac{\Phi_{1N} \cdot 10^3}{(U \cdot \Delta t)} = \frac{8897}{(422 \cdot 34,026)} = \underline{\underline{0,622 \text{ m}^2}}$$

Návrh zásobníkového ohříváče s jedním výměníkem:

REGULUS RBC 1000 HP

objem 1000 l

plocha výměníku $3,5 \text{ m}^2$

objem vody ve výměníku 20 l

Jmenovitý výkon otopného výměníku 50 kW

zásobník zaizolován PUR pěnou tl. 100 mm s koženým povlakem

Možnost napojení na elektrickou vložku o jmenovitém výkonu 12 kW

Pro letní provoz bude fungovat zásobníkový ohříváč na elektřinu, kdy výkon vložky 12 kW pokryje potřebu teplé vody. V zimním období bude výměník ohříván otopnou vodou z akumulčních zásobníků. Při nedostatku teploty otopného hada, bude zásobník dohříván elektrickou vložkou.

B.5. Návrh zdroje tepla

Dle požadavků je pro návrh zamýšlen jeden dřevosplyňující kotel, přirozené větrání a nepřerušovaný provoz.

Vstupní údaje

$Q_{top} = 61,567 \text{ kW}$ Potřeba tepla na vytápění
 $Q_{TV} = 8,897 \text{ kW}$ Potřeba tepla na teplou vodu

$$Q_{PRIP,I} = 0,7 \cdot Q_{TOP} + Q_{TV} \quad (32)$$

$$Q_{PRIP,I} = 0,7 \cdot 61,567 + 8,897 = \underline{51,994 \text{ kW}}$$

$$Q_{PRIP,II} = Q_{TOP} \quad (33)$$

$$Q_{PRIP,II} = \underline{61,567 \text{ kW}}$$

$$Q_{ZDROJ} = \max \{ Q_{PRIP,I} ; Q_{PRIP,II} \} \quad (34)$$

$$Q_{ZDROJ} = \max \{ 51,994 ; 61,567 \} = \underline{61,567 \text{ kW}}$$

Návrh zdroje tepla

Zplyňovací kotel na dřevo ATMOS DC 70 GSX

jmenovitý výkon $Q = 70 \text{ kW}$

Účinnost 81 – 90 % (pro výpočty používaná účinnost 81 %)

klasifikační třída dle ČSN EN 303:5 – 4.třída

minimální teplota vratné vody $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$

objem vody v kotli 132 l

průměr pro napojení kouřovodu 180 mm

Regulace výkonu: regulace tahu odtahového ventilátoru

Návrh akumulace tepla

Objem akumulačních zásobníků se volí 50 l / 1 kW výkonu zdroje

$$V_{AN} = 50 \cdot Q_{ZDROJ} \quad (35)$$

$$V_{AN} = 50 \cdot 70 = \underline{3\,500 \text{ l}}$$

Pro symetrické zapojení volíme dvě stejně velké akumulační nádoby:

REGULUS PS 2000 N

objem 2000 l

Nádrž zaizolovaná PUR pěnou tl.100 mm, s koženým povlakem

B.6. Dimenzování a hydraulické posouzení a uložení potrubí

B.6.1. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

Potrubí je navrženo z měděných trubek. Potrubí, které, je vedeno volně po stěně, je zaizolováno technickou izolací.

Pro dimenzování byl použit princip výpočtu s ekonomickými rychlostmi, vzrůstajících od otopných těles až po kotel.

Hmotnostní průtok (kg/h)

$$M = \frac{Q}{(1,163 \cdot \Delta t)} \quad (36)$$

Tlakové ztráty třením (Pa)

$$R \cdot l = \Delta p_h = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \quad (37)$$

kde R je měrná ztráta třením [Pa/m]
→určujeme z tabulek či diagramů (dle materiálu a Δt)
 l je délka potrubí [m]
 w je rychlost proudění vody v potrubí [m/s]
 d je vnitřní profil potrubí [m]
 ρ je hustota vody [kg/m³]
 λ je součinitel tření [-]

Tlakové ztráty místními odpory (Pa)

$$Z = \Delta p_\xi = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \quad (38)$$

kde ξ je součinitel místního odporu [-] → tabulkové hodnoty
 w je rychlost proudění vody v potrubí [m/s]
 ρ je hustota vody [kg/m³]

Princip výpočtu s použitím ekonomických rychlostí

Přípojky k otopným tělesům: $w = 0,2$ m/s

Stoupačky a horizontální rozvody: $w = 0,3$ až $0,7$ m/s ; ($R = 60$ až 100 Pa/m)

Přípojka ke zdroji: $w = 0,5$ až $1,0$ m/s

POSTUP VÝPOČTU

1. Určení základního okruhu
2. Rozdělení okruhu na jednotlivé úseky
3. Určení hmotnostních průtoků pro jednotlivé úseky
4. Předběžný návrh dimenzí potrubí
5. Vyčíslení R (tabulka), w (ekonomické)
6. Určení vřazených odporů a ztrát pro každý úsek
7. Určení ztráty základního okruhu (kPa, Pa)

$$\Delta p_{zo} = \Sigma (R \cdot l + Z + \Delta p_v) \quad (39)$$

8. Návrh dimenzí ostatních okruhů podle stejného principu

Z důvodu podlouhlého charakteru a omezenosti vedení stoupacích potrubí zděnými klenbami, jsem volila převážně horizontální rozvody.

V 1NP je potrubí vedeno v soklové liště typového charakteru, v části místnosti 113 je vedení sníženo do kanálku s ocelovým poklopem. Dále pokračuje potrubí s dimenzí 35x1,5, které je pro soklovou lištu příliš velké, proto bude vytvořena speciální lišta ze dřeva v charakteru nábytku. V nadzemních podlažích jsou hlavní rozvody vedeny ve hluchém prostoru, případně v soklové liště. Připojovací potrubí otopných těles vedeme v sádkartonových příčkách..

Označování okruhů

Základním okruhem je větev vedena z místnosti 117 (Bar), prochází až do největší místnosti 113 (Restaurace), kde je část vedena ve vytvořeném kanálku podlahy. Napojuje se první vedlejší okruh A. Pak větev vystupuje do hluchého prostoru 2NP stoupacím potrubím S1, kde se napojují vedlejší okruhy B, stoupacím potrubím S2 okruh C, a poslední je okruh D. Stoupacím potrubím S3 je potrubí svedeno opět dolů, do prostoru kotelny, kde se ještě napojí poslední okruh F z prostoru skladu dřeva.

Okruh D prochází stoupacím potrubím S4 do 3NP, tam je napojen okruh E.

č.ú	Q (W)	ΣQ (W)	M (kg/h)	l (m)	(Dxt) (mm)	R (Pa/s)	w (m/s)	R*I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δ pRV (Pa)	R*I+Z	ΔpDIS +ΔpRV (Pa)
ZÁKLADNÍ OKRUH													
1	2134	2134	122	3,68	18x1	33	0,173	121	5,6	84	4000	205	4205
2	240	2374	136	4,42	18x1	40	0,194	177	6,7	126	0	303	4508
3	934	3308	190	19,00	22x1	26	0,178	494	19,1	303	0	797	5305
4	336	3645	209	1,60	22x1	30	0,193	48	0,9	17	0	65	5369
5	1741	5386	309	5,40	22x1	60	0,288	324	6,1	253	0	577	5946
6	1354	6740	386	9,26	28x1,5	30	0,227	278	13,9	358	0	636	6582
7	2320	9060	519	8,84	28x1,5	50	0,305	442	11,9	553	0	995	7578
8	1934	10994	630	6,44	28x1,5	70	0,369	451	6,1	415	0	866	8444
(A)9	6768	17762	1018	12,80	35x1,5	55	0,383	704	10,3	755	0	1459	9903
10	3734	21496	1232	10,80	35x1,5	70	0,439	756	13,9	1339	0	2095	11999
11	2320	23816	1365	9,90	35x1,5	90	0,506	891	11,3	1447	0	2338	14336
12	2320	26136	1498	1,74	35x1,5	100	0,537	174	6,7	966	0	1140	15476
13	4267	30403	1743	9,70	42x1,5	50	0,417	485	8,7	756	0	1241	16718
(B)14	14622	45025	2581	13,80	42x1,5	100	0,615	1380	6,5	1229	0	2609	19327
(C)15	3969	48994	2808	6,24	54x2	36	0,441	225	0,9	88	0	312	19639
16	283	49277	2825	8,60	54x2	36	0,441	310	0,9	88	0	397	20036
(D)17	12048	61325	3515	9,40	54x2	55	0,522	517	7,7	1049	0	1566	21602
(F)18	2490	63815	3658	2,00	54x2	60	0,548	120	18,6	2793	0	2913	24515

VEDLEJŠÍ OKRUHY														
A	Q (W)	ΣQ (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (Dxt)	R (Pa/s)	w (m/s)	R*I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δ pRV (Pa)	R*I+Z	ΔpDIS +ΔpRV (Pa)	TRV
1	2128	2128	122	8,00	18x1	33	0,173	264	16,6	248	6622	512	7134	5
2	2320	4448	255	9,50	22x1	45	0,244	428	11,3	336	0	764	7898	
3	2320	6768	388	1,60	22x1	90	0,363	144	6,1	402	0	546	8444	
	6768							0		0		0		
B														
1	1216	1216	70	5,00	15x1	36	0,156	180	8,2	100	9760	280	10040	3
2	309	1525	87	4,00	15x1	50	0,189	200	0,9	16		216	10256	
3	309	1834	105	3,20	18x1	26	0,151	83	1,5	17		100	10356	
(215)4	2432	4266	245	3,20	22x1	40	0,228	128	0,9	23		151	10507	
5	309	4575	262	4,00	22x1	45	0,244	180	1,5	45		225	10732	
6	309	4884	280	8,19	22x1	50	0,259	410	11,3	379		789	11521	
7	1216	6100	350	5,74	28x1,5	26	0,209	149	0,9	20		169	11690	
8	1216	7316	419	2,70	28x1,5	36	0,252	97	0,9	29		126	11815	
9	309	7625	437	7,80	28x1,5	36	0,252	281	0,9	29		309	12125	
10	309	7934	455	3,36	28x1,5	40	0,268	134	1,5	54		188	12313	
(224)11	2432	10366	594	3,36	28x1,5	65	0,354	218	0,9	56		275	12588	
12	309	10675	612	7,90	28x1,5	65	0,354	514	0,9	56		570	13158	
13	309	10984	630	12,80	28x1,5	70	0,369	896	3,5	238		1134	14292	
14	1547	12531	718	14,00	35x1,5	28	0,261	392	3,5	119		511	14803	
15	1216	13747	788	3,42	35x1,5	33	0,287	113	0,9	37		150	14953	
16	309	14056	806	8,40	35x1,5	33	0,287	277	0,9	37		314	15267	
17	283	14339	822	23,77	35x1,5	36	0,301	856	11,4	516		1372	16639	
18	283	14622	838	0,80	35x1,5	40	0,320	32	0,9	46		78	16718	

úsek	Q (W)	ΣQ (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (Dxt)	R (Pa/s)	w (m/s)	R*I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δ pRV (Pa)	R*I+Z	ΔpDIS +ΔpRV (Pa)	TRV
C														
1	1287	1287	74	4,70	15x1	40	0,166	188	12	165	17882	18235	18235	3
2	1341	2628	151	3,50	18x1	50	0,22	175	11,3	273		448	18684	
3	1341	3969	227	10,60	22x1	36	0,215	382	11,3	261		643	19327	
D														
1	934	934	54	7,80	15x1	22	0,117	172	8,8	60	8857	232	9089	3
2	486	1420	81	5,40	18x1	17	0,118	92	0,9	6		98	9187	
3	486	1906	109	7,80	18x1	28	0,157	218	11,9	147		365	9552	
4	486	2392	137	13,52	18x1	40	0,194	541	0,9	17		558	10110	
5	486	2878	165	6,80	18x1	55	0,233	374	0,9	24		398	10509	
6	811	3689	211	5,40	22x1	30	0,193	162	1,5	28		190	10698	
7	811	4500	258	6,94	22x1	45	0,207	312	0,9	19		332	11030	
8	540	5040	289	11,79	22x1	55	0,233	648	11,3	307		955	11985	
9	540	5580	320	5,34	22x1	60	0,288	320	0,9	37		358	12343	
10	811	6391	366	7,40	28x1,5	28	0,219	207	0,9	22		229	12572	
(E)11	1452	7843	450	0,80	28x1,5	40	0,268	32	5,1	183		215	12787	
12	1301	9144	524	7,64	28x1,5	50	0,305	382	3,5	163		545	13332	
13	245	9389	538	0,80	28x1,5	55	0,322	44	4,5	233		277	13609	
14	245	9634	552	2,60	28x1,5	55	0,322	143	4,5	233		376	13985	
15	283	9917	568	1,96	28x1,5	60	0,338	118	0,9	51		169	14154	
16	839	10757	617	15,80	28x1,5	70	0,369	1106	3,5	238		1344	15499	
17	401	11158	640	3,20	28x1,5	70	0,369	224	0,9	61		285	15784	
18	283	11441	656	24,60	28x1,5	75	0,384	1845	16,5	1217		3062	18845	
19	324	11765	674	4,90	28x1,5	80	0,398	392	0,9	71		463	19309	
20	283	12048	691	8,20	28x1,5	80	0,398	656	0,9	71		727	20036	

úsek	Q (W)	ΣQ (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (Dxt)	R (Pa/s)	w (m/s)	R*I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δ pRV (Pa)	R*I+Z	ΔpDIS +ΔpRV (Pa)	TRV
E														
1	726	726	42	7,62	12x1	50	0,155	381	6,1	73	11914	454	12368	3
2	726	1452	83	4,20	15x1	45	0,178	189	0,9	14		203	12572	
F														
1	1245	1245	71	26,24	15x1	36	0,156	945	19,2	234	19644	1178	20822	2
2	1245	2490	143	9,80	18x1	45	0,207	441	15,8	339		780	21602	
224														
	1216	1216	70	0,20	18x1	15	0,109	3	6,2	37	12102	40	12142	3
	1216	2432	139	1,66	18x1	45	0,207	75	4,5	96		171	12313	
215			0											
	1216	1216	70	0,20	18x1	15	0,109	3	6,2	37	10145	40	10185	3
	1216	2432	139	1,66	18x1	45	0,207	75	4,5	96		171	10356	
JEDNOTLIVÁ OTOPNÁ TĚLESA														
3NP		Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (Dxt)	R (Pa/s)	w (m/s)	R*I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δ pRV (Pa)	R*I+Z	ΔpDIS +ΔpRV (Pa)	TRV
309	D2	486	28	0,60	10x1	70	0,159	42	5,6	71	8976	113	9089	2
	D3	486	28	0,60	10x1	70	0,159	42	5,6	71	9074	113	9187	2
308	D4	486	28	0,60	10x1	70	0,159	42	5,6	71	9440	113	9552	2
	D5	486	28	0,60	10x1	70	0,159	42	5,6	71	9997	113	10110	2
307	D6	811	46	0,60	12x1	60	0,172	36	5,6	83	10390	119	10509	3
306	D7	811	46	0,60	12x1	60	0,172	36	5,6	83	10580	119	10698	3
305	D8	540	31	0,60	10x1	90	0,184	54	5,6	95	10881	149	11030	3

304	D9	540	31	0,60	10x1	90	0,184	54	5,6	95	11836	149	11985	2
303	D10	811	46	0,60	12x1	60	0,172	36	5,6	83	12224	119	12343	3
302	D11	1301	75	0,60	15x1	40	0,166	24	5,6	77	12471	101	12572	3
301	E2	726	42	0,60	12x1	50	0,155	30	5,6	67	12271	97	12368	2
2NP		Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (Dxt)	R (Pa/s)	w (m/s)	R*I (Pa)	$\sum \xi$ (-)	Z (Pa)	D pRV (Pa)	R*I+Z	DpDIS + ΔpRV (Pa)	TRV
206	D12	245	22	10,80	8x1	90	0,147	972	5,6	61	12299	1033	13332	2
207	D13	245	22	3,40	8x1	90	0,147	306	5,6	61	13242	367	13609	2
201	D14	283	24	10,40	8x1	70	0,17	728	5,6	81	13176	809	13985	2
209	D15	839	48	1,00	12x1	65	0,181	65	5,6	92	13897	157	14054	2
202	D16	401	23	2,40	10x1	50	0,13	120	5,6	47	15331	167	15499	2
203	D17	283	24	3,20	8x1	110	0,166	352	5,6	77	15355	429	15784	2
205	D18	324	27	2,40	10x1	36	0,107	86	5,6	32	18727	118	18845	2
210	D19	283	24	3,20	8x1	70	0,17	224	5,6	81	19004	305	19309	2
212	B2	309	18	2,00	10x1	33	0,102	66	8,2	43	9931	109	10040	2
214	B3	309	18	3,20	10x1	33	0,102	106	8,2	43	10107	148	10256	2
213	B4	1216	70	0,40	15x1	36	0,156	14	5,6	68	10274	83	10356	4
216	B5	309	18	3,20	10x1	33	0,102	106	8,2	43	10359	148	10507	2
218	B6	309	18	2,00	10x1	33	0,102	66	8,2	43	10623	109	10732	2
217	B7	1216	70	0,60	15x1	36	0,156	22	5,6	68	11431	90	11521	3
220	B8	1216	70	0,60	15x1	36	0,156	22	5,6	68	11600	90	11690	3
221	B9	309	18	3,20	10x1	33	0,102	106	8,2	43	11667	148	11815	2
223	B10	309	18	3,20	10x1	33	0,102	106	8,2	43	11976	148	12125	2
222	B11	1216	70	0,40	15x1	36	0,156	14	5,6	68	12230	83	12313	3
225	B12	309	18	3,20	10x1	33	0,102	106	8,2	43	12439	148	12588	2
228	B13	309	18	3,20	10x1	33	0,102	106	5,6	29	13023	135	13158	2

227	B14	1547	89	0,30	15x1	50	0,189	15	5,6	100	14177	115	14292	3
229	B15	1216	70	0,60	15x1	36	0,156	22	5,6	68	14713	90	14803	3
230	B16	309	18	0,60	10x1	33	0,102	20	5,6	29	14904	49	14953	2
210	B17	283	24	0,60	8x1	70	0,17	42	5,6	81	15144	123	15267	2
210	B18	283	24	0,60	8x1	70	0,17	42	5,6	81	16517	123	16639	2
210	ZO 16	283	24	0,60	8x1	70	0,17	42	5,6	81	19516	123	19639	2
1NP		Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (Dxt)	R (Pa/s)	w (m/s)	R*I (Pa)	$\sum \xi$ (-)	Z (Pa)	D pRV (Pa)	R*I+Z	DpDIS +ΔpRV (Pa)	TRV
121	ZO 2	240	14	0,30	8x1	60	0,146	18	5,6	60	4128	78	4205	2
120	ZO 3	934	54	0,30	15x1	22	0,117	7	5,6	38	4463	45	4508	3
119	ZO 4	336	19	0,30	10x1	40	0,114	12	5,6	36	5256	48	5305	2
115	ZO 5	1741	100	1,20	15x1	65	0,22	78	5,6	136	5156	214	5369	5
115	ZO 6	1354	78	0,30	15x1	40	0,166	12	5,6	77	5857	89	5946	4
115	ZO 7	2320	133	0,30	18x1	40	0,194	12	5,6	105	6465	117	6582	5
114	ZO 8	1934	111	0,30	18x1	28	0,157	8	5,6	69	7500	77	7578	5
113	ZO 10	3734	214	1,00	22x1	30	0,193	30	8,2	153	9721	183	9903	6
113	ZO 11	2320	133	0,30	18x1	40	0,194	12	5,6	105	11881	117	11999	4
113	ZO 12	2320	133	0,30	18x1	40	0,194	12	5,6	105	14219	117	14336	4
113	ZO 13	4267	245	6,00	22x1	40	0,228	240	5,6	146	15091	386	15476	6
113	A2	2320	133	0,30	18x1	40	0,194	12	5,6	105	7017	117	7134	5
113	A3	2320	133	0,30	18x1	40	0,194	12	5,6	105	7781	117	7898	5
105	C2	1341	77	0,30	15x1	40	0,166	12	5,6	77	18146	89	18235	3
110	C3	1341	77	0,30	15x1	40	0,166	12	5,6	77	18595	89	18684	3
125	F2	1245	71	1,00	15x1	36	0,156	36	8,2	100	20686	136	20822	3

B.6.2. Izolace potrubí

Pro potrubí vedené volně (kotelna a další místnosti viz výkresová dokumentace) je nutný návrh tepelné izolace.

Izolace: Rockwool TECHROCK - kamenná vlna (minerální plst') s hliníkovým polepem
- součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{TI} = 0,038 \text{ W/mK}$

Pro izolaci musí platit

$$U \leq U_o \quad (40)$$

Podle vyhlášky č. 193/2007 jsou určující součinitele prostupu tepla pro vnitřní rozvody dány:

DN (mm)	U_o (W/mK)
DN 10 – DN 15	0,15
DN 20 – DN 32	0,18
DN 40 – DN 65	0,27
DN 80 – DN 125	0,34
DN 150 – DN 200	0,40

Zjednodušený výpočet součinitele prostupu tepla

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d-2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{IZ}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad (41)$$

kde U je součinitel prostupu tepla vztažený na jednotku délky [W/mK]

D je vnitřní průměr trubky [m]

d je vnější průměr trubky [m]

d_{iz} je vnější průměr izolace [m]

α_{iz} je součinitel přestupu tepla na povrchu izolace [W/m²K]

α_i je součinitel prostupu tepla na vnitřní straně trubky [W/m²K]

λ_{iz} je součinitel tepelné vodivosti tepelné izolace [W/mK]

λ_{tr} je součinitel tepelné vodivosti materiálu trubky [W/mK]

t_{out} - teplota okolního vzduchu [°C]

t_{iz} - povrchová teplota tepelné izolace [°C]

Výpočet proveden pomocí výpočtového programu na www.tzb-info.cz

UMÍSTĚNÍ	t _i (°C)	t _w (°C)	D x t (mm)	tl. iz. (mm)	U	U _o	vyhodnocení
Kotelna	10	80	54x2	40	0,248	0,27	Vyhovuje
Kotelna	10	80	42x1,5	30	0,249	0,27	Vyhovuje
Sklad dřeva	10	70	22x1	25	0,149	0,15	Vyhovuje
S1	20	70	42x1	30	0,249	0,27	Vyhovuje
S3, sklad	15	70	22x1	25	0,150	0,15	Vyhovuje
Hluchý prostor	0	70	54x2	40	0,240	0,27	Vyhovuje
Hluchý prostor	0	70	42x1,5	25	0,269	0,27	Vyhovuje
Hluchý prostor	0	70	35x1,5	50	0,164	0,27	vyhovuje
Hluchý prostor	0	70	28x1,5	40	0,163	0,18	Vyhovuje
Hluchý prostor	0	70	22x1	20	0,180	0,18	Vyhovuje
Hluchý prostor	0	70	18x1	30	0,148	0,15	Vyhovuje
Hluchý prostor	0	70	15x1	25	0,147	0,15	Vyhovuje

B.6.3. Uložení a kompenzace délkových změn

Rozdíl teplot mezi provozní a montážní teplotou má za následek délkové změny potrubí. Prodloužení je závislé na vzdálenosti pevných a kluzných uložení. Za pevný bod rozvodů považujeme pevné uložení, armatury nebo například napojení otopného tělesa.

Velikost prodloužení (m, mm)

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t \quad (42)$$

kde α je součinitel délkové roztažnosti, závisící na materiálu potrubí (mm/mK)

pro měď $\alpha = 16,6 \cdot 10^{-6} \text{ m/mK}$

l_0 je kompenzační (původní) délka (m) mezi dvěma pevnými body

Δt je rozdíl montážní a provozní teploty (K)

$\Delta t = 60^\circ\text{C}$

Kompenzace délkových změn se provede tzv. ohybovými kompenzátory v kombinaci s uloženími kluzných a pevných bodů. Délka pružného ramene pak umožňuje prostor pro posun.

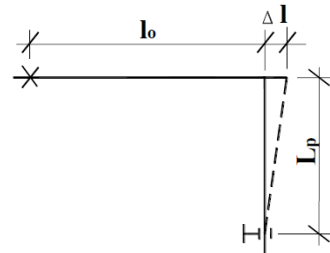
Délka pružného ramene (m)

$$L_p = c \cdot \sqrt{\Delta l \cdot d} \quad (43)$$

kde c je součinitel materiálu potrubí

pro měď je $c = 61$

d je vnitřní průměr trubky (mm, m)



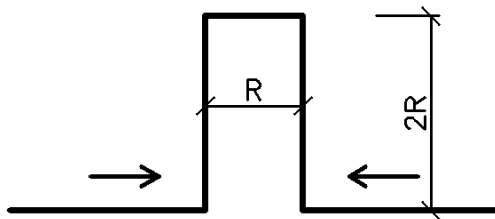
Pro výpočet byly vybrány nejdelší úseky mezi pevnými body.

úsek	d	l_0	a_t	Δt	Δl	L_p
B6	42	6800	1,66E-05	60	6,77	1028,82
B17	35	10200	1,66E-05	60	10,16	1150,25
C3	54	4300	1,66E-05	60	4,28	927,66

Pro prodloužení menší než 12 mm není nutné kompenzátor navrhovat. Na stranu bezpečnou navrhujeme pro úsek ve 2NP (mezi otopnými tělesy OT 35 a 36) navrhujeme tvarový „U“ kompenzátor.

Tvarový U kompenzátor

Charakteristický rozměr R se stanoví tabulkově v závislosti na průměru trubky a prodloužení trubky Δl .



Stanovení délky ramene R je závislé na vnějším průměru trubky d [mm] a prodloužení Δl [mm].

Návrh:

$$d = 35 \text{ mm}, \quad \Delta l = 10,2 \text{ mm} \Rightarrow R = 333 \text{ mm}, \quad 2R = 666 \text{ mm}$$

B.7. Návrh zabezpečovacího zařízení

Otopný systém je uzavřený s nuceným oběhem vody. Jako zabezpečovací zařízení navrhujeme uzavřenou expanzní nádobu a pojistný ventil.

B.7.1. Návrh uzavřené expanzní nádoby

Vstupní údaje

Výška otopné soustavy $h = 7,6 \text{ m}$

Objem vody v otopné soustavě

$$V_o = V_{OT} + V_P + V_K + V_{AN} + V_{TV} \quad (44)$$

kde $V_{OT} = 305 \text{ l}$ je objem vody v otopných tělesech (dle podkladů výrobce)

$V_P = 357 \text{ l}$ je objem vody v potrubí (stanovený přesným výpočtem)

$V_K = 132 \text{ l}$ je objem vody v kotli (dle podkladů výrobce)

$V_{AN} = 4020 \text{ l}$ je objem vody ve dvou akumulčních nádržích
(dle podkladů výrobce)

$V_{TV} = 20 \text{ l}$ objem vody ve výměníku zásobníku teplé vody
(dle podkladů výrobce)

$$V_o = 305 + 357 + 132 + 4020 + 20 = \underline{4834 \text{ l}} \Rightarrow 4,834 \text{ m}^3$$

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n \quad (45)$$

kde V_o je objem vody v soustavě (l)

n součinitel zvětšení objemu vody při jejím ohřátí z 10°C na topnou teplotu

$$n = 0,025$$

$$V_e = 1,3 \cdot 4834 \cdot 0,025 = \underline{157,105 \text{ l}}$$

Max. konstrukční přetlaky:

Zásobníkový ohříváč	10 bar	1 000 kPa
Trojcestný ventil	10bar	1 000 kpa
Kotel	6 bar	600 kpa
Pojistný ventil	3 bar	300 kPa

Nevyšší dovolený provozní přetlak (kPa)

$$p_k \geq p_{hdov} = p_{ot} \geq p_h \quad (46)$$

$$p_k = p_{ot} = 300 \text{ kPa (pojistný ventil u kotle)}$$

$$p_{hdov} = p_k - (MR \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) \quad (47)$$

kde p_k je nejvyšší provozní přetlak (kPa)

MR je manometrická rovina (m)

$$MR = 1,3 \text{ m}$$

ρ je hustota vody (kg/m^3)

g gravitační zrychlení (m/s)

$$p_{hdov} = 300 - (1,3 \cdot 977,76 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = \underline{\underline{289,449 \text{ kPa}}}$$

$$\underline{\underline{\text{volím } p_h = 285 \text{ kPa}}}$$

Nejnižší dovolený přetlak

$$p_d \geq p_{ddov} \text{ (kPa)} \quad (48)$$

$$p_{ddov} = 1,1 \cdot (h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + \Delta p_z) \quad (49)$$

$$p_{ddov} = 1,1 \cdot (7,6 \cdot 977,76 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 33,132) = \underline{\underline{116,633 \text{ kPa}}}$$

$$\underline{\underline{\text{volím } p_d = 120 \text{ kPa}}}$$

Předběžný návrhový objem expanzní nádoby

$$V_{ep} = \frac{V_e(p_{hp} + 100)}{p_{hp} - p_d} \quad (50)$$

$$V_{ep} = \frac{140,823(285 + 100)}{285 - 120} = \underline{\underline{328,586 \text{ l}}}$$

Návrh expanzní nádoby

Expanzní nádoba REGULUS 400

objem nádoby 400 l

max. provozní přetlak 6 bar

expanzní potrubí 15x1 napojené na vratné potrubí

B.7.2. Návrh pojistného ventilu

Vstupní údaje

Otvírací provozní přetlak (kotle)

$$P_{hp} = 300 \text{ kPa}$$

Zaručený výtokový součinitel pojistného ventilu

$$\alpha_v = 0,449$$

Konstanta závislá na stavu syté vodní páry při přetlaku $p_{hp} \rightarrow$

$$K = 1,26 \text{ kW/mm}^2$$

Průřez sedla pojistné ventilu (mm^2)

$$S_o = \frac{Q_p}{\alpha_v \cdot K} \quad (51)$$

kde Q_p je jmenovitý výkon kotle (kW)

$$S_o = \frac{70}{0,449 \cdot 1,26} = \underline{\underline{123,732 \text{ mm}^2}}$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu (mm)

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{S_o}{\pi} \right)^{0,5} \quad (52)$$

kde S_o je průřez sedla (mm^2)

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{123,732}{\pi} \right)^{0,5} = \underline{\underline{12,551 \text{ mm}}}$$

průměr sedla skutečného pojistného ventilu (mm)

$$d_o = a \cdot d_i \quad (53)$$

kde a je součinitel zvětšení sedla

$$a = 1,507 \text{ (lineární interpolace závislá na } \alpha_v = 0,449 \text{)}$$

d_i je průměr sedla (mm)

$$d_o = 1,507 \cdot 12,551 = \underline{\underline{18,914 \text{ mm}}}$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} \quad (54)$$

kde Q_p je jmenovitý výkon zdroje (kW)

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot 70^{0,5} = \underline{\underline{26,71 \text{ mm}}} \Rightarrow \text{DN 28 mm}$$

Návrh pojistného ventilu

Honeywell SM 120 – ¾ B, d=16 mm

B.8. Návrh oběhových čerpadel a ostatních zařízení a armatur

B.8.1. Zařízení na straně topného okruhu

Stanovení součinitele místních odporů ξ (-)

armatura	ks	ξ (-)	$\Sigma \xi$ (-)
koleno 90°	8	1,3	10,4
Odbočka - spojení a dělení	2	2,2	4,4
Průchod - dělení	2	0,3	0,6
výstup z AN	2	0,5	1
teploměr	2	5,0	10
kulový kohout	7	2,0	14
zpětná klapka	1	3,8	3,8
filtr	1	2,0	2
ξ celkem			49,8

č.ú	Q	M	l	Dxt	R	w	R*I	$\Sigma \xi$	Z	R*I+Z	pRV Z.O.	Δp_{DIS} (Pa)
ZO	63815	3658	16,7	54x2	120	0,682	2004	49,8	11582	13586	24515	38101

B.8.1.1. TRV1 – Trojcestný směšovací ventil

Vstupní údaje

Tlaková ztráta základního otopného okruhu

$$\Delta p_{DIS} = 38,101 \text{ kPa}$$

Hmotnostní průtok

$$M = 3658 \text{ kg/h}$$

Objemová hmotnost vody při dané teplotě

$$\rho_{(70^\circ)} = 977,76 \text{ kg/m}^3$$

Přepočet hmotnostního průtoku na objemový

$$V = \frac{M}{\rho} \quad (55)$$

$$V = \frac{3658}{977,76} = \underline{3,66 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Požadovaná tlaková ztráta ventilu je (30 % - 50 %) Δp_{DIS}

$$\Delta p_{RV} = (0,3 ; 0,5) \cdot \Delta p_{DIS} \quad (56)$$

$$\Delta p_{RV} = (0,3 ; 0,5) \cdot 38,101 = (11,430; 19,051) \text{ kPa} \Rightarrow \underline{15 \text{ kPa}}$$

Jmenovitý průtok armaturou

$$k_v = \frac{V}{100} \cdot \sqrt{\frac{S}{\Delta p_{RV}}} \quad (57)$$

kde V je hmotnostní průtok (m^3/h)

S je objemová hmotnost při dané teplotě (m^3/kg)

Δp_{RV} je požadovaná tlaková ztráta ventilu

$$k_v = \frac{3,66}{100} \cdot \sqrt{\frac{977,76}{15 \cdot 10^{-3}}} = \underline{\underline{9,344 \text{ m}^3/\text{h}}} \rightarrow k_{VS} = 10 \Rightarrow \underline{\underline{\text{DN } 25}}$$

Skutečná tlaková ztráta armatury

$$\Delta p_{vi} = \left(\frac{V}{k_{VS}} \right)^2 \cdot 100 \quad (58)$$

kde V je hmotnostní průtok (m^3/h)

k_{VS} je skutečný jmenovitý průtok armaturou (m^3/h)

$$\Delta p_{vi} \left(\frac{3,66}{10} \right)^2 \cdot 100 = \underline{\underline{13,396 \text{ kPa}}} \quad \begin{array}{ll} \geq \Delta p_{\min} = 3 \text{ kPa} & \text{VYHOVUJE} \\ \leq \Delta p_{\max} = 15 \text{ kPa} & \text{VYHOVUJE} \end{array}$$

Autorita ventilu

$$\alpha_V = \frac{\Delta p_{vi}}{\Delta p_{DIS}} \quad (59)$$

$$\alpha_V = \frac{13,40}{38,101} = 0,44 \Rightarrow \underline{\underline{44\%}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrh trojcestného ventilu

ESBE VRG 131, DN 25, $k_{VS} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$

B.8.1.2. OČ1 – Oběhové čerpadlo

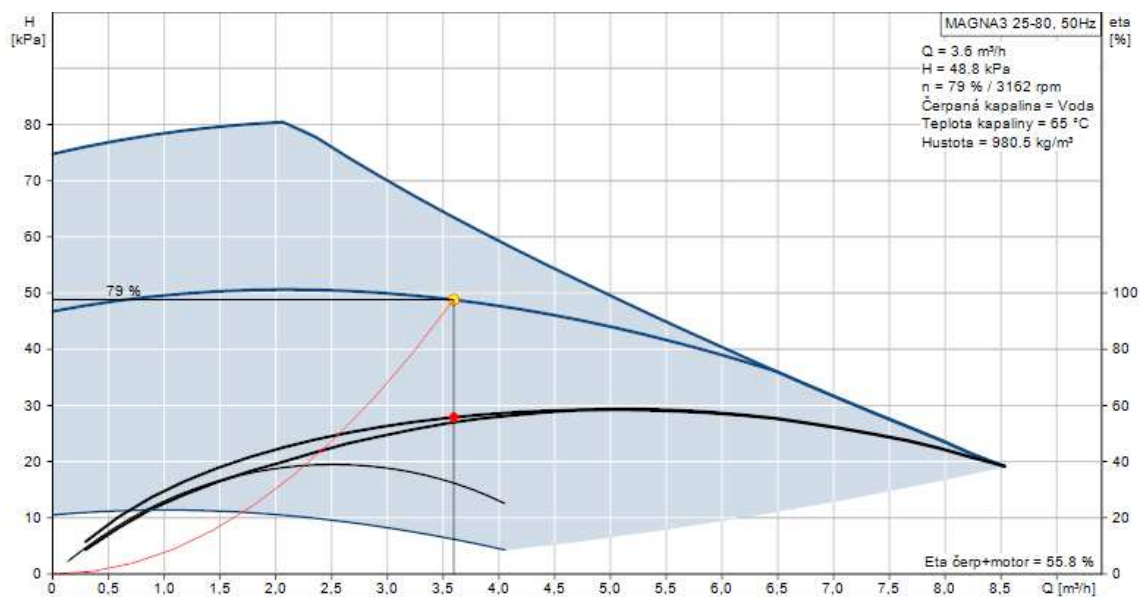
Vstupní hodnoty

Tlaková ztráta základního okruhu	$\Delta p_{DIS,ZO} = 36,281 \text{ kPa}$
Tlaková ztráta trojcestného ventilu	$\Delta p_{DIS,TRV1} = 13,396 \text{ kPa}$
Tlaková ztráta odběrového okruhu celkem	$\Delta p_{DIS} = 49,677 \text{ kPa}$
Objemový průtok okruhu	$V = 3,66 \text{ m}^3/\text{h}$

Návrh

Oběhové čerpadlo GRUNDFOS, MAGNA3 25-80

Čerpadlo s proměnným průtokem



B.8.2. Zařízení na straně kotlového okruhu

Stanovení součinitele místních odporů ξ (-)

armatura	k_s	ξ (-)	$\Sigma \xi$ (-)
koleno 90°	20	1,3	26
Průchod- dělení	2	0,3	0,9
vstup do AN	2	1,0	2
teploměr	1	5,0	5
tlakoměr	1,00	5	5
kulový kohout	5	2,0	10
pojistný ventil	1	5,0	5
filtr	1	2,0	2
kotel	1	10,0	10
ξ celkem			65,9

č.ú	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (Dxt)	R (Pa/s)	w (m/s)	R*I (Pa)	$\Sigma \xi$ (-)	Z (Pa)	R*I+Z (Pa)
KOTEL	70000	4013	17,2	54x2	70	0,597	1204	65,9	11744	12948

B.8.2.1. TRV2 – Trojcestný směšovací ventil

Vstupní údaje

Tlaková ztráta kotlového okruhu	$\Delta p_{DIS} = 12,948 \text{ kPa}$
Hmotnostní průtok	$M = 4012,6 \text{ kg/h}$
Objemová hmotnost vody při dané teplotě	$\rho_{(70^\circ)} = 971,9 \text{ kg/m}^3$
Přepočet hmotnostního průtoku na objemový	

$$V = \frac{M}{\rho} \quad (55)$$

$$V = \frac{4012,6}{971,9} = \underline{\underline{3,66 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Požadovaná tlaková ztráta ventilu je (30 % - 50 %) Δp_{DIS}

$$\Delta p_{RV} = (0,3 ; 0,5) \cdot \Delta p_{DIS} \quad (56)$$

$$\Delta p_{RV} = (0,3 ; 0,5) \cdot 12,948 = (3,884 ; 6,474) \text{ kPa} \Rightarrow \underline{\underline{4,5 \text{ kPa}}}$$

Jmenovitý průtok armaturou

$$k_v = \frac{V}{100} \cdot \sqrt{\frac{S}{\Delta p_{RV}}} \quad (57)$$

kde V je hmotnostní průtok (m^3/h)

S je objemová hmotnost při dané teplotě (m^3/kg)

Δp_{RV} je požadovaná tlaková ztráta ventilu

$$k_v = \frac{4,129}{100} \cdot \sqrt{\frac{971,9}{4,5 \cdot 10^{-3}}} = 19,189 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow k_{VS} = 17 \Rightarrow \underline{\underline{DN 25}}$$

Skutečná tlaková ztráta armatury

$$\Delta p_{vi} = \left(\frac{V}{k_{VS}} \right)^2 \cdot 100 \quad (58)$$

kde V je hmotnostní průtok (m^3/h)

k_{VS} je skutečný jmenovitý průtok armaturou (m^3/h)

$$\Delta p_{vi} = \left(\frac{4,129}{17} \right)^2 \cdot 100 = 5,90 \text{ kPa} \quad \begin{array}{ll} \geq \Delta p_{\min} = 3 \text{ kPa} & \text{VYHOVUJE} \\ \leq \Delta p_{\max} = 15 \text{ kPa} & \text{VYHOVUJE} \end{array}$$

Autorita ventilu

$$a_V = \frac{\Delta p_{vi}}{\Delta p_{DIS}} \quad (59)$$

$$a_V = \frac{5,9}{10,631} = 0,555 \Rightarrow \underline{56\%}$$

VYHOVUJE

Návrh trojcestného ventilu

ESBE 330, DN 25, $k_{VS} = 17 \text{ m}^3/\text{h}$

B.8.2.2. OČ2 – Oběhové čerpadlo

Vstupní hodnoty

Tlaková ztráta základního okruhu $\Delta p_{DIS,ZO} = 12,948 \text{ kPa}$

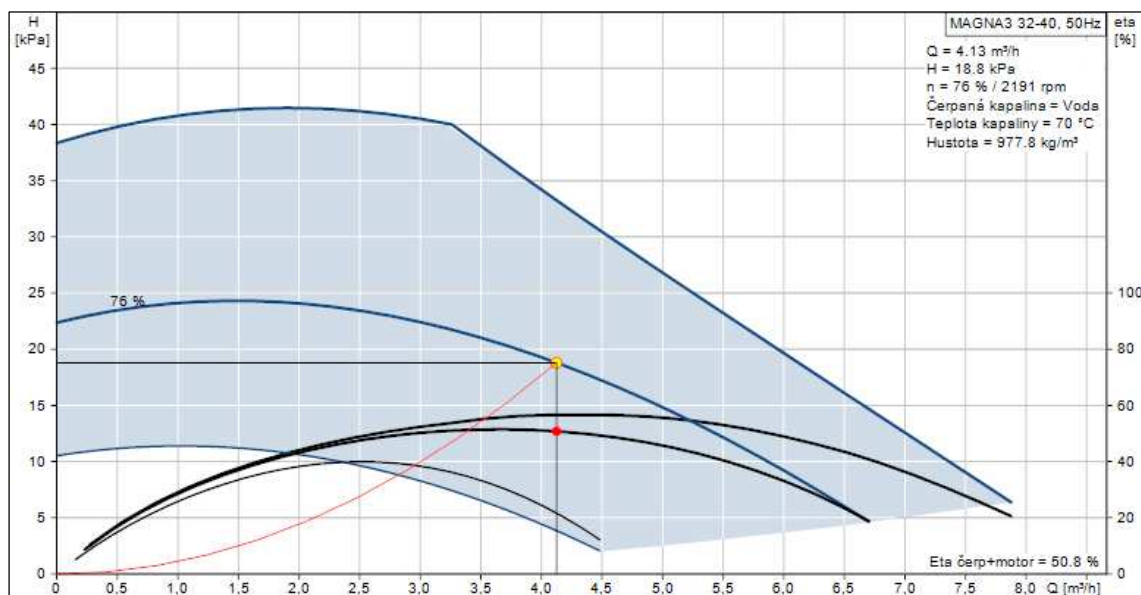
Tlaková ztráta trojcestného ventilu $\Delta p_{DIS,TRV1} = 5,900 \text{ kPa}$

Tlaková ztráta odběrového okruhu celkem $\Delta p_{DIS} = 18,848 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu $V = 4,129 \text{ m}^3/\text{h}$

Návrh

Oběhové čerpadlo GRUNDFOS, MAGNA3 32-40



B.8.3. Zřízení na straně přípravy teplé vody

Stanovení součinitele místních odporů ξ (-)

armatura	k_s	ξ (-)	$\Sigma \xi$ (-)
koleno 90°	4	1,3	2,6
zpětná klapka	2	3,8	7,6
teploměr	1	5,0	5
kulový kohout	3	2,0	6
vypouštěcí ventil	1	5,0	5
ξ celkem			26,2

č.ú	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN (Dxt)	R (Pa/s)	w (m/s)	R*I (Pa)	$\Sigma \xi$ (-)	Z (Pa)	R*I+Z (Pa)
TV	50000	2866	3,30	42x1,5	120	0,682	396	26,2	6093	6489

B.8.3.1. VžV – Vyvažovací ventil

Vstupní údaje

Požadovaná tlaková ztráta $\Delta p_K = 12 \text{ kPa}$

Hmotnostní průtok $V = 2866 \text{ m}^3/\text{h}$

Jmenovitý průtok armaturou

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{V}{\sqrt{\Delta p_K}} \quad (60)$$

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{2866}{\sqrt{12}} = \underline{8,27 \text{ m}^3/\text{h}} \Rightarrow \text{grafický návrh DN 32}$$

Návrh vyvažovacího ventilu

Ventil IMI hydronic, DN 32, nastavení ventilu na 2,5 – 3,0 stupně

B.8.3.2. OČ3 – Oběhové čerpadlo

Vstupní hodnoty

Tlaková ztráta odběrové větve $\Delta p_{DIS,ZO} = 6,489 \text{ kPa}$

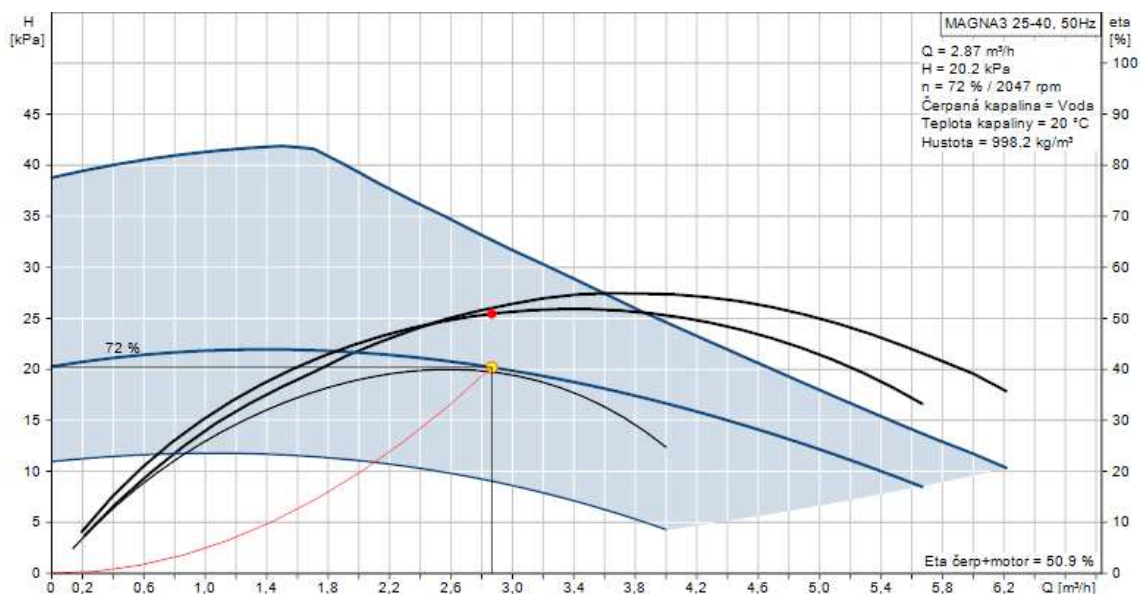
Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu $\Delta p_{DIS,TRV1} = 12 \text{ kPa}$

Tlaková ztráta odběrového okruhu celkem $\Delta p_{DIS} = 18,489 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu $V = 2,866 \text{ m}^3/\text{h}$

Návrh

Oběhové čerpadlo GRUNDFOS, MAGNA3 25-40



B.9. Potřeba tepla a paliva

B.9.1. Potřeba tepla

Pro výpočet roční potřeby tepla jsem použila dennostupňovou metoda

B.9.1.1. Potřeba tepla pro vytápění

Vstupní údaje

$Q_{ZT} = 61,6 \text{ kW}$ Tepelná ztráta budovy

$Q_Z = 70 \text{ kW}$ Jmenovitý výkon zdroje

$\varepsilon = 0,8$ Součinitel vyjadřující nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací během roku

$e = 1,0$ Opravný součinitel zahrnující vliv přerušovaného vytápění v noci nebo o sobotách a nedělích

$d = 224$ Počet dnů topné sezóny

$t_e = -12 \text{ }^\circ\text{C}$ Výpočtová venkovní teplota

$t_{es} = 4,4 \text{ }^\circ\text{C}$ Průměrná venkovní teplota v otopném období

$t_{is} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ Průměrná teplota v interiéru

D Počet denostupňů

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) \quad (61)$$

$$D = 224 \cdot (18 - 4,4) = \underline{\underline{3495}}$$

Teoretická roční potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{zr} = \frac{24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot Q_z \cdot D}{(t_i - t_e)} \quad (62)$$

$$Q_{zr} = \frac{24 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 61,567 \cdot 3,046}{[20 - (-12)]} = \underline{\underline{112,522 \text{ MWh/rok}}}$$

Spotřeba energie

$$Q_{VYT,skut} = \frac{Q_{zr}}{(\eta_k \cdot \eta_r \cdot \eta_0)} \quad (63)$$

kde $\eta_k = 81\%$ účinnost zdroje

$\eta_r = 95\%$ účinnost rozvodů

$\eta_0 = 95\%$ účinnost obsluhy a regulace

$$Q_{VYT,skut} = \frac{112,521}{0,81 \cdot 0,95 \cdot 0,95} = \underline{\underline{153,922 \text{ MWh/rok}}}$$

B.9..1.3. Potřeba tepla pro přípravu teplé vody

Vstupní údaje

$V = 2,72 \text{ m}^3$ denní potřeba TV

$d = 224$ počet dnů otopného období

$t_{svL} = 15^\circ\text{C}$ teplota studené vody v létě

$t_{svZ} = 10^\circ\text{C}$ teplota studené vody v zimě (10°C)

k_T korekční součinitel pro proměnlivou teplotu vstupní vody

$$k_T = \frac{t_v - t_{svL}}{t_v - t_{svZ}} \quad (64)$$

$$k_T = \frac{55 - 15}{55 - 10} = \underline{\underline{0,89}}$$

Denní potřeba na ohřev teplé vody

$$Q_{TVd} = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \quad (65)$$

$$Q_{TVd} = 2,72 \cdot 1,163 \cdot (55-10) = \underline{142,351 \text{ kWh/den}}$$

Roční potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TVr} = [0,8 \cdot Q_{TVd} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TVd} \cdot k_T \cdot (350 - d)] \quad (66)$$

$$Q_{TVr} = [0,8 \cdot 142,35 \cdot 224 + 0,8 \cdot 142,35 \cdot 0,89 \cdot (350 - 224)] = \underline{47,85 \text{ MWh/rok}}$$

Spotřeba energie

$$Q_{TV,skut} = \frac{Q_{TVr}}{(\eta_z \cdot \eta_r)} \quad (67)$$

kde $\eta_z = 90\%$ účinnost zdroje (ohřívače)

$\eta_r = 5 \%$ účinnost distribuce

$$Q_{TV,skut} = \frac{47,85}{(0,5 \cdot 0,9)} = \underline{106,33 \text{ MWh/rok}}$$

B.9.2. Potřeba paliva

Pro potřebu paliva je nutné znát výhřevnost dřeva. Dle požadavků výrobce je nutné přikládat dřevem o maximální vlhkosti 20 %, jinak může docházet ke snižování výhřevnosti, tedy i účinnosti kotle.

B.9.2.1. Výhřevnost dřeva

Vstupní údaje

Tepelná ztráta $Q_{HT} = 61,567 \text{ kW/K}$

Prvkové složení dřeva (vlhkost 20 %)

Obsah vody	$W^r = 0,2$
Obsah popela	$A^r = 0,008$
Obsah vodíku	$H^r = 0,049$
Obsah uhlíku	$C^r = 0,396$
Obsah kyslíku	$O^r = 0,342$
Obsah síry	$S^r = 0,00016$

Výhřevnost dřeva (statistický vztah)

$$Q_j^r = 34,75 \cdot C^r + 95,3 \cdot H^r - 10,9 \cdot (O^r - S^r) - 2,5 W^r \quad (68)$$

$$Q_j^r = 34,75 \cdot 0,396 + 95,3 \cdot 0,049 - 10,9 \cdot (0,342 - 0,00016) - 2,5 \cdot 0,2 = \underline{14,2 \text{ MJ/kg}}$$

B.9.2.2. Potřeba paliva

Potřeba paliva na jednotku výkonu zdroje

$$P = \frac{(1 \cdot 3,6)}{(H \cdot \eta)} \quad (69)$$

kde H je výhřevnost dřeva (MJ/kg)

η je účinnost zdroje

$\eta = 81 \%$ (dle výrobce kotle)

$$P = \frac{(1 \cdot 3,6)}{(14,2 \cdot 0,81)} = \underline{\underline{0,298 \text{ m}^3/\text{kW}}}$$

Maximální hodinová potřeba paliva pro výkon kotle

$$P_{\max} = P \cdot Q_z \quad (70)$$

$$P_{\max} = 0,298 \cdot 70 = 20,87 \text{ kg/hod} \quad \Rightarrow 21 \text{ kg/hod}$$

Potřeba paliva na jednu topnou sezónu

$$P_{\text{rok}} = \frac{Q_{zr} \cdot 3,6}{H \cdot \eta} \quad (71)$$

$$P_{\text{rok}} = \frac{112,521 \cdot 3,6}{14,2 \cdot 0,81} = 35,218 \text{ tun} \quad \Rightarrow 36 \text{ tun}$$

Převod na prostorový metr

$$P_{\text{rok}} = 36 \cdot 1,54 = 55,44 \text{ m}^3$$

Skladování ve výšce 1,5 m

$$55,44 / 1,5 = 36,96 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{plocha skladu dřeva je } 25 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{naplnění 2x za topnou sezónu}$$

B.10. Větrání kotelný a tepelná bilance kotelný

B.10.1. Větrání kotelný

B.10.1.1. Množství spalovaného vzduchu

Množství suchého spalovacího vzduchu na jednotku paliva

$$V_{VS,min} = \frac{22,39}{0,2095} \cdot \left(\frac{C^r}{12,01} + \frac{H^r}{4,032} + \frac{S^r}{32,066} - \frac{O^r}{32,00} \right) \quad (72)$$

$$V_{VS,min} = \frac{22,39}{0,2095} \cdot \left(\frac{0,396}{12,01} + \frac{0,049}{4,032} + \frac{0,00016}{32,066} - \frac{0,342}{32,00} \right) = \underline{\underline{3,681 \text{ Nm}^3/\text{kg}}}$$

Objem suchých spalín (při dokonalém spalování, kdy přebytek vzduchu = 1)

$$V_{SS,min} = \frac{22,26}{12,011} \cdot C^r + \frac{22,26}{12,011} \cdot S^r + \frac{22,26}{12,011} \cdot N^r + 0,7905 \cdot V_{VS,min} \quad (73)$$

$$V_{SS,min} = \frac{22,26}{12,011} \cdot 0,396 + \frac{22,26}{12,011} \cdot 0,00016 + \frac{22,26}{12,011} \cdot 0,00475 + 0,7905 \cdot 3,681$$

$$V_{SS,min} = \underline{3,6476 \text{ Nm}^3/\text{kg}}$$

Objemová koncentrace CO₂ ve spalínách

$$V_{CO2,max} = \frac{\left(\frac{22,27}{12,01} \cdot C^r + 0,0003 \cdot V_{VS,min}\right) \cdot 100}{V_{SS,min}} \quad (74)$$

$$V_{CO2,max} = \frac{\left(\frac{22,27}{12,01} \cdot 0,396 + 0,0003 \cdot 3,681\right) \cdot 100}{3,6476} = \underline{20,09 \%}$$

Součinitel přebytku vzduchu

$$\lambda = \frac{V_{CO2,max}}{V_{CO2}} \quad (75)$$

$$\lambda \frac{0,2}{0,13} = 1,55$$

Objem spalovacího vzduchu s přebytkem vzduchu

$$V_V = \lambda \cdot v \cdot V_{VS,min} \quad (76)$$

$$= 1,55 \cdot 1,016 \cdot 3,681 = 5,59 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

Objem spalovacího vzduchu bez přebytku vzduchu

$$V_{V,min} = v \cdot V_{VS,min} \quad (77)$$

v součinitel zvětšení objemu v důsledku vlhkosti, v = 1,016

$$V_{V,min} = 1,016 \cdot 3,681 = \underline{3,74 \text{ Nm}^3/\text{kg}}$$

Objem spalín bez přebytku vzduchu

$$V_{SH2O} = 11,1111 \cdot H^r + 1,2433 \cdot W^r + (v - 1) \cdot V_{VS,min} \quad (78)$$

$$V_{SH2O} = 11,1111 \cdot 0,049 + 1,2433 \cdot 0,2 + (1,016 - 1) \cdot 3,681 = \underline{0,852}$$

$$V_{S,min} = V_{SS,min} + V_{SH2O} \quad (79)$$

$$V_{S,min} = 3,648 + 0,852 = \underline{4,5 \text{ Nm}^3/\text{kg}}$$

Objem spalín při přebytku vzduchu

$$V_S = V_{S,min} + (\lambda - 1) \cdot V_{V,min} \quad (80)$$

$$V_S = 4,5 + (1,5 - 1) \cdot 3,73 = \underline{6,39 \text{ Nm}^3/\text{kg}}$$

Potřeba pro spálení na jednotku zdroje

$$P = \frac{1 \cdot 3,6}{\eta \cdot H} \quad (81)$$

$$P = \frac{1 \cdot 3,6}{0,81 \cdot 14,2} = \underline{0,298 \text{ m}^3/\text{kW}}$$

B.10.1.2. Větrání kotelný

Vstupní údaje

Účinnost kotle $\eta = 81\%$ (výrobce)

Výkon kotle $Q_Z = 70 \text{ kW}$

Objem spalovacího vzduchu

$$V_{min} = V_v \cdot P \cdot Q_Z \quad (82)$$

$$V_{min} = 5,59 \cdot 0,298 \cdot 70 = \underline{116,607 \text{ m}^3 / \text{hod}} \Rightarrow \underline{0,0324 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Průtok vzduchu pro zajištění větrání

Objem kotelný $O = 63,75 \text{ m}^3$

Intenzita větrání $n = 1,5 \text{ h}^{-1}$ (ponechaný stejný jako pro výpočet tepelných ztrát větráním)

$$V_{IV} = \frac{n \cdot O}{3600} \quad (83)$$

$$V_{IV} = \frac{1,5 \cdot 63,75}{3600} = \underline{0,0265 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$V_i = \max \{V_{IV}; V_S\} = \max \{0,0265; 0,0324\} = 0,0324 \text{ m}^3/\text{s}$$

Návrh větracích otvorů

$$S \frac{V_i}{V} \quad (84)$$

$$S = \frac{0,0324}{1,5} = \underline{\underline{0,0216 \text{ m}^2}} \Rightarrow \text{Mandík – protidešťová žaluzie 200x280 mm, } S_{\text{ef}} = \underline{\underline{0,0237 \text{ m}^2}}$$

Návrh větracího potrubí

$$S = \frac{V_i}{V} \quad (85)$$

$$S = \frac{0,0265}{1,5} = 0,0177 \text{ m}^2 \quad \Rightarrow \text{Větrací šachta Schiedel komínu } S = 0,023 \text{ m}^2 \text{ vyhovuje}$$

B.10.2. Tepelná bilance kotelny

B.10.2.1. Tepelná bilance kotelny v zimě

Vstupní údaje

Tepelná ztráta kotelny $Q_{\text{ez}} = 1370 \text{ W}$

Jmenovitý tepelný výkon zdroje $Q_{\text{max}} = 70 \text{ kW}$

Výpočtová teplota exteriéru $t_e = -12 \text{ °C}$

Hustota vzduchu

$$\rho_e = \frac{341,7}{(t_e + 273)} \quad (86)$$

$$\rho_e = \frac{341,7}{(-12 + 273)} = \underline{\underline{1,309 \text{ kg/m}^3}}$$

Podíl tepelných zisků (0,6%)

$$Z = \frac{0,6}{100} \cdot Q_{\text{max}} \quad (87)$$

$$Z = \frac{0,6}{100} \cdot 70 = \underline{\underline{0,42}}$$

Vnitřní tepelný zisk provozu (orientační)

$$Q_{\text{imax}} = 2,0 \cdot Z \cdot Q_{\text{max}} \quad (88)$$

$$Q_{\text{imax}} = 2,0 \cdot 0,42 \cdot 70 = \underline{\underline{58,8 \text{ kW}}}$$

Tepelná zátěž pro zimu

Tepelná ztráta prostupem

$$\phi_{\text{TI}} = 665,02 \text{ kW}$$

Tepelná ztráta větráním (skutečné)

$$\phi_{VI} = V_S \cdot 0,34 \cdot (t_i - t_e) \quad (89)$$

$$\phi_{VI} = 116,64 \cdot 0,34 \cdot (10+12) = \underline{872,467 \text{ kW}}$$

$$Q_z = \phi_{TI} + \phi_{VI} \quad (90)$$

$$Q_z = 665,02 + 872,467 = \underline{1537,5 \text{ kW}}$$

$$Q_z = Q_{ez} - Q_i \quad (91)$$

$$Q_z = 1537,487 - 58,8 = \underline{1478,7 \text{ kW}}$$

Vnitřní teplota kotelny v zimě

$$t_i = t_e + \frac{Q_z}{V_p \cdot \rho_{e.c}} \quad (92)$$

$$t_i = -12 + \frac{1478,7}{0,0324 \cdot 1309 \cdot 1,01} = \underline{22,52^\circ\text{C}} > t_{\min} = 7^\circ\text{C} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Kotelnu není třeba vytápět

B.10.2.2. Tepelná bilance kotelny v létě

Vstupní údaje

Jmenovitý tepelný výkon zdroje $Q_{\max} = 9 \text{ kW}$

Maximální zisk radiací pro danou oblast (Břeclav) v 15 hodin měsíce srpna

$$I = 306 \text{ W/m}^2$$

Výpočtová teplota exteriéru $t_e = 30^\circ\text{C}$

Hustota vzduchu

$$\rho_e = \frac{341,7}{(t_e + 273)} \quad (93)$$

$$\rho_e = \frac{341,7}{(30+273)} = \underline{1,128 \text{ kg/m}^3}$$

Letní tepelný zisk z exteriéru (zisky radiací) (velikost okna $1,95 \text{ m}^2$ na JIH)

$$Q_{el\max} = 0,5 \cdot I \quad (94)$$

$$Q_{el\max} = 0,5 \cdot I = 0,5 \cdot 306 = \underline{153 \text{ kW}}$$

Podíl tepelných zisků (0,5%)

$$Z = \frac{0,5}{100} \cdot Q_{max} \quad (95)$$

$$Z = \frac{0,5}{100} \cdot 9 = \underline{\underline{0,045 \text{ kW}}}$$

Vnitřní tepelný zisk provozu (orientační)

$$Q_{imax} = 1,3 \cdot Z \cdot Q_{max} \quad (96)$$

$$Q_{imax} = 1,3 \cdot 0,045 \cdot 9 = \underline{\underline{0,527 \text{ kW}}}$$

Tepelná zátěž pro léto

$$Q_z = Q_{el} + Q_i \quad (97)$$

$$Q_z = 153 + 0,527 = \underline{\underline{153,527 \text{ kW}}}$$

Vnitřní teplota kotelný v létě

$$t_i = t_e + \frac{Q_z}{V_p \cdot \rho_{e.c}} \quad (98)$$

$$t_i = 30 + \frac{153,257}{0,0324 \cdot 1128 \cdot 1,01} = \underline{\underline{34,152 \text{ °C}}} < t_{max} = 40 \text{ °C} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Pro kotelnu není nutné navrhovat dodatečné větrání

C PROJEKT

C.1. Technická zpráva

C.1.1. Úvod

Akce:	PROVÁDĚCÍ PROJEKT PRO VYTÁPĚNÍ - PENZION SÝPKA
Investor:	AMA Opava, s.r.o. Hlavní 142 Kravaře ve Slezsku
Projektant:	Karolína Grigarová Junácká 13/21 Opava
Umístění:	Rudé armády Valtice, okres Břeclav Jihomoravský kraj městská část – původní zástavba
Druh stavby:	přestavba historické budovy sýpky
Popis provozu:	objekt bude primárně využíván jako penzion, s kapacitou maximálně 25 lůžek, v prvním podlaží se pak nachází společenské prostory a salóňky s možností výdeje jídel bez přípravy s kapacitou maximálně 70 osob.
Podklady:	výkresová dokumentace stavby ČSN EN 12 831 - Tepelné soustavy budovách - výpočet tepelného výkonu ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody ČSN 06 0330 - Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení ČSN 73 0540 - 2 - Tepelná ochrana budov - Požadavky ČSN 73 0540 - 3 - Tepelná ochrana budov - Výpočet tepelného výkonu ČSN 73 0810 - Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb- nevýrobní objekt ČSN 73 4201 - Komíny a kouřovody Nařízení vlády č. 361/2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci. Vyhl. MMRČR č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb Vyhl. MMRČR č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti užití

energie při rozvodu tepelné energie a vnitřního rozvodu tepelné energie a chladu.

Vyhl. MMRČR 194/2007 Sb. kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody. Vodoměrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro

vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům.

C.1.2. Tepelné ztráty a potřeby tepla

C.1.2.1. Klimatické poměry

Lokalita: Břeclav, nadmořská výška 197 m.n.m. (JTSK)

Výpočtová venkovní teplota v zimním období: $t_e = -12^{\circ}\text{C}$

Větrné podmínky nezvyšují pozornost při návrhu systému vytápění.

Vnitřní návrhové teploty:

Společenské prostory, pokoje, šatny, recepce	$t_i = 20^{\circ}\text{C}$
Chodby, hygienická zařízení, schodiště, sklady	$t_i = 15^{\circ}\text{C}$
Koupelny	$t_i = 24^{\circ}\text{C}$
Kotelna a sklad paliv	$t_i = 10^{\circ}\text{C}$
Nevytápěné prostory zaizolované (půdy)	$t_{iu} = 6^{\circ}\text{C}$

Větrání objektu je přirozené.

C.1.2.2. Tepelně technické parametry konstrukcí

Výpočtové parametry jsou uvedeny v kapitole B.2.1. tohoto dokumentu. Hodnoty jsou v souladu s požadavky ČSN 73 0540 – 2:2011 – Tepelná ochrana budov – požadavky.

Tepelné ztráty

Tepelná ztráta prostupem	$Q = 21,046 \text{ kW}$
Tepelná ztráta větráním a infiltrací	$Q = 40,567 \text{ kW}$
Celkové tepelné ztráty objektu	$Q = 61,567 \text{ kW}$

Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Potřeba tepla je stanovena pro celoroční nepřetržitý provoz při přirozeném větrání.

Teoretická roční potřeba tepla pro vytápění:	112,521 MWh/rok
Teoretická roční potřeba pro ohřev teplé vody:	47,850 MWh/rok
Teoretická roční potřeba pro vytápění a ohřev teplé vody:	160,371 MWh/rok

Teplonosnou látkou je voda.

Teplotní spády otopné vody:

pro vytápění	70/55°C => Δt = 15°C
pro TV	80/60°C => Δt = 20°C

C.1.3.1. Zdroj tepla pro vytápění a přípravu teplé vody

Jako zdroj tepla je navržen zplyňovací kotel na dřevo ATMOS DC70GSX. Kotel má výkon 70 kW a je umístěn v kotelně v 1NP v části technického zařízení. Součástí kotle je chladicí smyčka jako ochrana proti přetopení kotle. Regulace kotle se provádí elektromechanicky, kdy je osazena záklopka pro regulaci tahu ventilátoru a zároveň obsahuje regulační termostat, který ovládá ventilátor. Pro kotel je navrženo oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 25-80.

Jako ochrana proti nízkoteplotní korozi je navržen trojcestný směšovací ventil ESBE VRG 131, DN25.

Vyrobené teplo se akumuluje do dvou akumulčních nádob o objemu 2000 l, nádoba REGULUS PS 2000 N.

Z akumulčních nádob je napojen zásobníkový ohříváč teplé vody REGULUS RBC 1000, o objemu 1000 l. Zásobník obsahuje jeden topný výměník a připojení na elektrické topné těleso o výkonu 12 kW pro pokrytí potřeby tepla v letním období, popř. k dohřátí teplé vody při nedostatku tepla z akumulčních nádrží. Elektrické topné těleso musí být ijištěno havariiním termostatem.

C.1.3.2. Zabezpečovací zařízení

Expanzní nádoba

Jako pojistné a zabezpečovací zařízení je navržena tlaková expanzní nádoba s membránou REGULUS MB 400 o objemu 400 l a maximální tlak 6,0 bar. Expanzní potrubí 15x1 je napojeno na vratné potrubí.

Pojistný ventil

Pojistným ventilem na straně kotle je membránový ventil HONEYWELL s průměrem sedla 16 mm, o maximálním tlaku 3,0 bar.

Spalinová cesta

Pro odvod spalin je navržen komín SCHIEDEL ABSOLUT, s průřechem $\varnothing = 180$ mm a větrací šachtou pro odvod větraného vzduchu 100x230 mm. Vnější rozměr komína je 360x500 mm. Kouřovod pro napojení kotle má rovněž $\varnothing = 180$ mm. Kotel má integrován odtahový ventilátor spalin s elektronickou regulací.

C.1.4. Otopná soustava

Navržena je soustava teplovodní, uzavřená s nuceným oběhem vody. Vzhledem k podlouhlému charakteru budovy jsou hlavní rozvody horizontální. V prvním nadzemním podlaží jsou původní zděné klenby, proto jsou stoupací potrubí navrženy v co nejmenším počtu. Otopný systém je dvoutrubkový, symetrický.

C.1.4.1. Oběhová čerpadla

Systém je s nuceným oběhem vody. Všechna navržená čerpadla jsou od firmy GRUNDFOS a jsou elektronicky regulována. Otopná soustava obsahuje tři oběhová čerpadla:

- na straně kotlového okruhu
- na straně odběru pro vytápění
- na straně odběru pro přípravu teplé vody

C.1.4.2. Otopná tělesa

Do objektu jsou navrženy dva typy otopných těles. Jsou jimi desková otopná tělesa firmy KORADO, v systému Radik VK (ventil-kompakt) se spodním připojením. Tyto tělesa jsou opatřeny H-šroubením a termostatickou vložkou s přednastavením regulace. Druhým typem tělesa jsou koupelnová trubková tělesa systému Koralux Max, s radiátorovým ventilem V-exakt s přednastavením (IMI Hydronics). Všechna tělesa budou opatřena termostatickou hlavicí.

C.1.4.3. Potrubí

Potrubní rozvody budou z měděných trubek, spojované lisováním nebo pájením. V prvním nadzemním podlaží budou horizontální rozvody vedeny v soklových lištách. Pro úsek s potrubím velikosti 35x1,5 bude vyroben individuální zákryt (dřevěný) přímo na stavbě. Úsek vedený v podlaze (viz výkresová dokumentace) bude zaizolovaný a vedený v kanálku s ocelovým poklopem. Stoupací potrubí bude zasekáno v drážce. V druhém a třetím nadzemním podlaží budou hlavní zaizolované rozvody vedeny v hluchém prostoru za svislou předstěnou podkrovní. Připojovací potrubí bude vedeno v sádkartonových příčkách. Rozvody v kotelně budou vedeny zejména pod stropem.

C.1.4.4. Regulace a měření

Všechna otopná tělesa jsou vybavena termostatickými ventily s přednastavením a termostatickými hlavicemi.

Výkon kotle se reguluje pomocí standardních regulačního panelu, ten obsahuje Hlavní vypínač, bezpečnostní termostat, teploměr, regulační termostat a spalinový termostat. Regulace probíhá pomocí záklopky ovládané regulátorem tahu (typ FR 124). Ten automaticky otevírá či přivírá vzduchovou klapku podle nastavené výstupní teploty vody. (80°C). Na kotli je dále instalován regulační termostat, který ovládá ventilátor podle nastavené výstupní teploty. Druhý termostat je spalinový a slouží k vypnutí odtažového ventilátoru po dohoření paliva.

C.1.4.5. Plnění a vypouštění soustavy

Pro plnění otopné soustavy bude zapojena soustava pro automatické doplňování vody HONEYWELL NK300T. Jedná se o elektronickou soustavu s havarijní pojistkou proti vyplavení bez potrubního rozdělovače. Doplnění vody se provede z vodovodního řádu pitné vody. Soustava je napojena v kotelně na vratné potrubí, upevněna u stěny, pod větví s čerpadlem odběru pro vytápění.

Vypouštění soustavy bude prováděno vypouštěcími kohouty ve spodní části stoupacích potrubí. Vypouštění jednotlivých otopných těles se proveden přes integrovaný vypouštěcí ventil v tělesech.

C.1.4.6. Izolace potrubí

Izolovány budou veškeré trubní rozvody v kotelně. Pro potrubí 54x2 izolace tl. 40 mm, pro 42x1,5 tloušťky 30 mm. V celé soustavě budou izolovány rozvody (viz výkresová dokumentace) vedené v podlaze, volně po stěně a ve hluchém izolovaném prostoru svislých předstěn ve 2NP a 3NP.

Izolace provedena z Rockwool PIPO- ALS, kamenná vlna s polepem z vyztužené hliníkové fólie. Tloušťka izolace viz kapitola **B.6.2.** této práce.

C.1.5 Požadavky na ostatní profese

C.1.5.1. Stavební práce

Prostupy zděnými konstrukcemi budou minimálně o 50 mm větší, než vnější průměr trubky. Potrubí v místě prostupu bude zaizolováno. Drážky pro svislé vedení ve stěnách opatřeno omítkou.

Pro vedení rozvodů v podlaze (viz výkres) je vzhledem k velké dimenzi potrubí nutné vytvořit kanál. Hloubka kanálu je až na hydrolizaci podkladové desky, tedy 180 mm, šířka kanálu 350 mm. Na dně bude položena tepelná izolace tloušťky 30 mm. Kanál bude zaklopen ocelovým zákrytem. V místě napojení připojovacího potrubí otopného tělesa bude proveden ocelový poklop o rozměrech 350x350 mm. Zákryt se zadláždí. Potrubí vedené v kanále bude zaizolováno.

Ostatní horizontální potrubí v 1NP vedeno v typové soklové liště.

Rozvody vedené pod stropem budou připevněny upevňovacími prvky do stropních konstrukcí.

C.1.5.2. Zdravotechnika

Pro přípravu teplé vody je nutné zapojit zásobníkový ohřívač teplé vody na rozvod studené vody a cirkulace.

Pro provoz otopné soustavy je nutné zapojit na přívod studené vody soustavu na automatické doplnění vody.

V kotelně bude instalována podlahová vpust' se suchou uzávěrou.

Pro každý pojistný ventil je sveden odpad.

C.1.5.3. Elektroinstalace

Pro provoz všech zařízení v kotelně je nutné zřídit samostatné přívody elektrické energie, ukončené zásuvkami s proudem 220 V. Přívody elektřiny jsou nutné pro regulační panel kotle, všechna oběhová čerpadla, směšovací ventily a elektrické topné vložky zásobníkového ohřívače.

C.1.6. Montáž a uvedení do provozu

C.1.6.1. Zdroj

Instalaci a uvedení zařízení do provozu musí provést osoba s odpovídající kvalifikací vlastníci osvědčení o kvalifikaci a oprávnění k činnosti odpovídajícího rozsahu. Před uvedením zařízení do provozu je nutno zajistit revizi elektroinstalace a kouřovodu. Postup uvedení zařízení do provozu je uveden v dodavatelské dokumentaci zařízení. Po autorizovaném zapojení kotle se mohou začít provádět topné a jiné zkoušky.

Dle požadavků dodavatele kotle, je nutné přikládat dřevem o maximální vlhkosti 20 %, tedy zhruba 2 roky odleželé. Větší vlhkosti způsobují menší výhřevnost a účinnost a hrozí zkrácení životnosti kotle, i komínového průduchu vlivem zatehtování.

Sklad dřeva je v přímé návaznosti na kotelnu. Plnění skladu je umožněno shozovým oknem i vstupními dveřmi ze strany ulice. Vnitřní dveře š.800 mm jsou osazeny mezi kotelnou a skladem.

C.1.6.2. Otopná soustava

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu se řídí dle ČSN 06 0310. Montážní práce musí provádět osoba s osvědčením o zácviku vystaveném gestorem použitého systému. Po dokončení montáže zajistí zhotovitel provedení tlakové a topné zkoušky.

C.1.6.3. Zkoušky

Před uvedením soustavy do provozu je nutné provést zkoušky těsnosti, topné zkoušky a dilatační zkoušky podle ČSN 06 0310. O všech provedených zkouškách je nutné vydat protokol.

Před prováděním zkoušek se celá soustava dvakrát propláchne ohřátou topnou vodou.

Dilatační zkouška se provádí dvojnásobným ohřátím soustavy po nejvyšší pracovní teplotu a jejím následným zchlazením. Zkouška vyhoví, pokud nejsou zjištěny netěsnosti nebo jiné závady.

Samostatná topná zkouška probíhá v rozsahu 24 hodin.

Tlaková zkouška se provádí plným naplněním soustavy a řádným odvzdušněním, probíhá minimálně 6 hodin. Zkouška vyhoví, pokud nevzniknou viditelné a jiné závady netěsností spojů a armatur, pokud neklesne zkušební tlak a nedojde k úniku topné vody.

C.1.6.4. Obsluha a ovládání

K obsluze je nutná obsluha jednou osobou a spočívá v přikládání do přikládací komory, případnému nastavení regulace na regulačním panelu. Sklad dřeva je v přímé návaznosti na kotelnu a do přikládacího prostoru nezasahují žádná jiná zařízení. Osoba obsluhující kotel bude seznámena s bezpečnostními a provozními podmínkami kotle a musí mít k dispozici návody k obsluze. Dle požadavků dodavatele kotle, je nutné přikládat dřevem o maximální vlhkosti 20 %, tedy zhruba 2 roky odleželé. Větší vlhkosti způsobují menší výhřevnost a účinnost a hrozí zkrácení životnosti kotle, i komínového průduchu vlivem zatehtování.

Popel bude ukládán do ocelových nádob a následně do ocelových popelnic, které jsou umístěny ve venkovním prostoru dvoru

C.1.7. Ochrana zdraví a životního prostředí

Kotel ATMOS DC70GSX je dle ČSN EN 303-5 zařazen do 4.třídy kotlů a splňuje tedy emisní požadavky i požadavky na minimální účinnost zdroje.

Maximální emise, které vznikají při spalování tuhých paliv pro 4.třidu kotlů (dle ČSN EN 303-5:2012):

- CO -> 2500 mg/m³ N při 10% O₂
- OGC -> 100 mg/m³ N při 10% O₂
- prach -> 150 mg/m³ N při 10% O₂

Minimální účinnost pro 4. třídu je 74 %

C.1.8. Bezpečnost a požární ochrana

C.1.8.1. Požární ochrana

Dle ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb- nevýrobní objekty, je kotelná se zdrojem o jmenovitém výkonu 70kW samostatným požárním úsekem. Ohraničující konstrukce musí být požárně dělící a požární musí být i uzávěry – protipožární dveře a okna.

Na stěně u dveří do kotelny bude umístěn hasicí přístroj práškový.

C.1.8.2. Bezpečnost při realizaci

Zhotovitel zaručuje bezpečnost práce ve smyslu zákona č. 262/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Zákoník práce) a vyhlášky č. 324/1990 – bezpečnost práce a technických zařízení při stavebních pracích. Veškeré práce mohou provádět pouze osoby (fyzické i právnické) s odpovídající kvalifikací.

C.1.8.3. Bezpečnost při provozu a užívání zařízení

K obsluze je nutná obsluha jednou osobou a spočívá v přikládání do příkládací komory kotle, případnému nastavení regulace na regulačním panelu a kontroly funkce všech zařízení soustavy. Osoba obsluhující zařízení bude seznámena s bezpečnostními a provozními podmínkami kotle a musí mít k dispozici návody k obsluze. Předání těchto návodů a zaškolení obsluhy je povinností zhotovitele zařízení.

C.1.9. Závěr

Tepelné ztráty objektu činí 61,57 kW, výkon zapojených otopných těles je 65,34 kW. Zapojený kotel má jmenovitý výkon 70 kW.

Tlaková ztráta základního okruhu otopné soustavy je 24,5 kPa.

Projekt byl vypracován podle platných norem a předpisů, které jsou pro stavbu a provoz tímto závazné. Jakékoli změny oproti projektu budou předem konzultovány projektantem. Detaily budou řešeny v průběhu stavby v rámci autorského dozoru. Pokud dojde k záměně zařízení oproti předloženému dokumentu bez schválení zhotovitele projektu, bude tato projektová dokumentace neplatná.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se skládá ze tří hlavních částí.

V teoretické části jsou obecně popsány typy kotlů na tuhá paliva a podrobně řešen zplyňovací kotel na dřevo. Tento typ kotle je pak i součástí praktické části.

Ve výpočtové části bylo hlavním úkolem navrhnout vhodný systém vytápění pro penzion s daným zdrojem tepla. Podkladem pro navržení výkonu kotle je výpočet tepelných ztrát. Součástí projektu je i návrh na přípravu teplé vody, zabezpečovacích zařízení a zařízení pro hydraulické vyrovnání soustavy.

Třetí částí je projekt. Tady je sepsána technická zpráva, která popisuje řešení vytápění a přípravu teplé vody jako podklad pro realizaci. Součástí projektu jsou výkresy.

Projekt byl řešen podle platných norem a vyhlášek.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Knihy a akademické práce

- [8] KAŠPAR, M. *Zplyňování biomasy a odpadů s kogenerací pomocí mikroturbíny*. Brno: Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009
- [9] ŠMEJKAL, P. *Kotle na tuhá paliva*. Brno: Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011

Elektronické zdroje

- [1] POČINKOVÁ M., *Obnovitelné a alternativní zdroje energie, (přednáška)* Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta technických zařízení budov, 2015
- [2] *Wikipedia: otevřená encyklopedie* [online]
<http://www.wikipedia.org/>
- [3] *Moje investice* [online]
<http://www.mojeinvestice.cz/>
- [4] *Uhlí Židlochovice* [online]
<http://www.uhlizidlochovice.cz/>
- [5] *Energo portál, Energie v domácnosti* [online]
<http://www.energoportal.cz/>
- [6] *Na zeleno, Chytrá řešení pro každého* [online]
<http://www.nazeleno.cz/>
- [7] *Podpora lokálního vytápění biomasou* [online]
<http://www.biomasa-info.cz/>
- [10] *Atmos* [online]
<http://www.atmos.eu/>
- [11] *Verner, expert na teplo* [online]
<http://www.kotle-verner.cz/>
- [12] *TZB – Info, Technické Zařízení Budov* [online]
<http://www.vytapeni-tzbinfo.cz/>

- [13]** *Laddomat* [online]
<http://www.laddomat.se/>
- [14]** *Regulus* [online]
<http://www.regulus.cz/>
- [20]** *Transformační technologie – Fosilní palivo* [online]
<http://www.transformacni-technologie.cz>
- [21]** *Biom – automatické kotle na pelety* [online]
<http://www.biom.cz/>
- [22]** *Step Trutnov – kotle na balíkovou slámu* [online]
<http://www.steptrutnov.cz/>
- [23]** *TREUOVÁ L., Podklady pro studenty* [online]
<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/treuova.l/>

Normy, vyhlášky a zákony

- ČSN 73 0540-2. Tepelná technika budov, Část 2: Požadavky. únmz, 2011.
- ČSN 73 0540-3. Tepelná ochrana budov, Část 3: Návrhové hodnoty veličin. únmz, 2005.
- ČSN 01 3452. Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení. únmz, 2006.
- ČSN 06 0320. Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody: Navrhování a projektování. únmz, 2006.
- ČSN EN 12 831. Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. únmz, 2005.
- VYHLÁŠKA č. 193/2007. Stanovení účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie. únmz, 2007.
- EN 303-5:2012
- Zákon č. 201/2012 Sb.

Podklady výrobců

- *Oběhová čerpadla* [online]
<http://www.grundfos.cz/>
- *Zplyňovací kotel na dřevo* [online]
<http://www.atmos.eu/>

- *Měděné trubky* [online]
<http://www.medportal.cz/>
- *otopná tělesa* [online]
<http://www.krado.cz/>
- *expanzní nádoby, akumulční nádrže, zásobníkové ohřivače na TV* [online]
<http://www.regulus.cz/>
- *pojistná ventil* [online]
<http://www.honeywell.cz/>
- *tepelné izolace* [online]
<http://www.rockwool.cz/>
- *směšovací ventily* [online]
<http://www.esbe.cz/>
- *vyvažovací ventil* [online]
<http://www.imi-hydronic.com/cs/>
- *radiátorové ventily* [online]
<http://www.imi-hydronic.com/cs/>
- *soustava na automatické doplnění vody* [online]
<http://www.honeywell.cz/>
- *TZB-info* [online]
<http://www.vytapeni-tzbinfo.cz/>

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Seznam obrázků

Obr.č.1	Tuhá paliva	3
Obr.č.2	Kotel na pelety se zásobníkem	6
Obr.č.3	Kotel na slámu.....	6
Obr.č.4	Proudy zplyňování.....	8
Obr.č.5	Odtahový ventilátor	9
Obr.č.6	Komory zplyňovacího kotle	10
Obr.č.7	Chladicí smyčka	11
Obr.č.8	Zvýšení teploty vratné otopné vody	12
Obr.č.9	Zajištění teploty vratné vody	12
Obr.č.10	Princip zapojení akumulární nádoby	14
Obr.č.11	Akumulační nádrž a akumulární nádrž se zásobníkem na ohřev vody	14

Seznam tabulek

(Tab.č.1)	Emisní limity dle EN 303-5:2012	16
(Tab.č.2)	Limitní hodnoty účinností spalování dle EN 303-5:2012	17
(Tab.č.3)	Minimální emisní požadavky na spalovací zdroje na tuhá paliva o jmenovitém příkonu do 300 kW dle příl.10, zák. č. 201/2012 Sb. (platnost od roku 2014)	17
(Tab.č.4)	Minimální emisní požadavky na spalovací zdroje na tuhá paliva o jmenovitém příkonu do 300 kW dle příl.10, zák. č. 201/2012 Sb. (platnost od roku 2018)	18

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A ZNAČEK

Seznam použitých zkratek

TRV	trojcestný směšovací ventil
OČ	oběhové čerpadlo
TRV (x)	stupeň přednastavení termostatického ventilu
Hšr	uzavírací H-šroubení
VK	otopné těleso ventil-kompakt
KRM	otopné těleso koralux max
MR	úroveň manometrické roviny

Seznam použitých značek

A	plocha konstrukce [m^2]
U	součinitel prostupu tepla [W/m^2K]
ΔU	korekční součinitel prostupu tepla [W/m^2K]
R	tepelný odpor vrstvy konstrukce [m^2K/W]
R_T	tepelný odpor konstrukce se zahrnutím přestupu tepla [m^2K/W]
R_{si}	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [m^2K/W]
R_{se}	odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [m^2K/W]
λ	součinitel tepelné vodivosti [W/mK]
U_{eq}	ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce [W/m^2K]
H_T	měrná ztráta prostupem tepla [W/K]
f, i	součinitel redukce teploty, zahrnuje rozdíl mezi teplotou přilehlého prostoru a venkovní výpočtovou teplotou [-]
bu	redukční součinitel teploty pro nevytápěný prostor [-]
G_w	opravný součinitel na vliv spodní vody [-]
e	korekční součinitel zahrnující exponování, klimatické podmínky [-]
Q	tepelný výkon [W]
M	hmotnostní průtok [Kg/h]
l	délka [m]
DN	označení světlosti potrubí [-]
R	měrná tlaková ztráta třením [Pa/m]
w	rychlost proudění vody v potrubí [m/s]

ξ	součinitel místních odporů [-]
Z	tlaková ztráta vřazenými odpory [Pa]
V	objem [m ³]
Δp_{RV}	tlaková ztráta koncového prvku [Pa]
Δp_{dis}	tlaková ztráta pro čerpadlo [Pa]
k_v	jmenovitý průtok armaturou [m ³ /h]
Cu	měď
V_z	Velikost zásobníku [m ³]
t_{w1}/t_{w2}	teplotní spád otopných těles [°C]
c	<i>rozdílový ukazatel</i>
α	součinitel teplotní roztažnosti [m/mK]

SEZNAM PŘÍLOH

Výkresová dokumentace

1	VYTÁPĚNÍ – PŮDORYS 1NP	M 1:50
2	VYTÁPĚNÍ – PŮDORYS 2NP	M 1:50
3	VYTÁPĚNÍ – PŮDORYS 3NP	M 1:50
4	SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÝCH TĚLES	M 1:50
5	VYTÁPĚNÍ – SCHÉMA ZAPOJENÍ KOTELNY	M -
6	VYTÁPĚNÍ – PŮDORYS KOTELNY	M 1:25
7	VYTÁPĚNÍ – ŘEZ KOTELNOU	M 1:25